



**Tugas Akhir – ME 141501**

**ANALISA TEKNIK PENGGUNAAN CRANE MODEL H  
BEAM PADA PEMBANGUNAN KAPAL BARU SISTEM  
GRAND BLOCK PADA KAPAL KCR 60 M**

**Farera Krisna Ade Irawan  
NRP 4215 105 012**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Amiadji. M.M, M.Sc  
Ir. Toni Bambang Musriyadi. PGD. MMT**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017**

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”



**Final Project – ME 141501**

**TECHNICAL ANALYSIS OF USE OF CRANE MODEL H  
BEAM ON NEW SHIP DEVELOPMENT OF GRAND  
BLOCK SYSTEM ON SHIP 60 KCR**

**Farera Krisna Ade Irawan  
4215 105 012**

**Academic Supervisor:  
Ir. Amiadji. M.M, M.Sc  
Ir. Toni Bambang Musriyadi. PGD. MMT**

**MARINE ENGINEERING DEPARTEMENT  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2017**

“halaman sengaja di kosongkan”

## LEMBAR PENGESAHAN

Analisa Teknik Penggunaan Crane Model H Beam pada Pembangunan Kapal  
Baru Sistem Grand Block pada Kapal KCR 60 M

### SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada  
Bidang Studi Marine Manufacture ang Design (MMD)  
Program S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas  
Teknologi Kelautan  
Institut Sepuluh Nopember

Oleh :


**FARERA KRISNA ADE IRAWAN**  
NRP. 4215105012

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Amiadji M. M, M. Sc.  
NIP. 1961 0324 1988 03 1001

(  )

2. Ir. Toni Bambang Musriyadi, PGD, MMT.  
NIP. 1959 0410 1987 01 1001

(  )

SURABAYA  
Juli 2017

## LEMBAR PENGESAHAN

Analisa Teknik Penggunaan Crane Model H Beam pada Pembangunan Kapal  
Baru Sistem Grand Block pada Kapal KCR 60 M

### SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada  
Bidang Studi Marine Manufacture and Design (MMD)  
Program S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas  
Teknologi Kelautan  
Institut Sepuluh Nopember

Oleh :

**FARERA KRISNA ADE IRAWAN**  
NRP. 4215105012

Disetujui oleh  
Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



“halaman sengaja di kosongkan”

“halaman sengaja di kosongkan”



# **Analisa Teknik Penggunaan Crane Model Sitem H Beam pada Pembangunan Kapal Baru Sistem Grandblock pada Kapal KCR 60 M**

Nama Mahasiswa : Farera Krisna Ade Irawan.

NRP : 4215105012

Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Amiadji M. M, M. Sc.

2. Ir. Toni Bambang Musriyadi, PGD, MMT.

## **ABSTRAK**

Sistem pembangunan kapal dengan sistem *grandblock* adalah salah satu sistem baru yang ada dalam dunia perkapalan terutama dalam hal pembangunan kapal baru. Pembangunan dengan sistem ini akan memungkinkan pembangunan kapal yang akan lebih cepat. Pada sistem ini terdapat proses *erection* yang terdapat proses penyusunan, penggabungan, pemindahan dan pengangkatan *grandblock*. Pada proses pengangkatan *grandblock* perlu adanya alat pendukung yaitu *crane*, *sling*, dan *eyeplate*. Pada saat proses pengangkatan untuk di pindah sering kali terjadi masalah – masalah yang akan merugikan pihak galangan. Masalah tersebut terjadi karena sistem yang tidak mendukung seperti *crane* saat pengangkatan dan jenis *eyeplate*. Perlu adanya proses analisa kekuatan pada *eyeplate* dengan sistem penambahan *HBeam* pada *crane* agar dapat mengetahui kemampuan *eye plate* saat menggunakan sistem *HBeam* dan tidak. Pada proses analisa di lakukan pemodelan *eyeplate* dengan sistem *HBeam* dan tidak pada *grandblock* yang sudah di lengkapi dengan profil dan di simulasikan dengan di beri beban atau gaya sebesar berat *grandblock* tersebut. Berdasarkan hasil simulasi dengan sistem *HBeam* atau tidak dengan berat *grandblock* 35 Ton.

Hasil simulasi yaitu pada pengangkatan *grandblock* dengan menggunakan sistem *HBeam* yang menunjukkan nilai *stress*, *displacement*, dan *strain* yang lebih kecil di bandingkan dengan sistem pengangkatan tanpa *HBeam* dan memenuhi *factor of safety*. Dengan lebih banyak *eyeplate* dan *HBeam* yang di pasang akan semakin baik kekuatan dan keseimbangan pada proses pengangkatan.

**Kata Kunci:** *erection, eyeplate, stress, HBeam, displacement, strain, factor of safety*

“halaman sengaja di kosongkan”

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, dengan mengucapkan segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul: “Analisa Teknik Penggunaan Crane Model HBeam pada Pembangunan Kapal Baru Sistem Grandblock pada Kapal KCR 60 M”. Laporan Tugas Akhir ini diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan. Dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, tentu penulis mendapatkan bimbingan, koreksi dan saran, untuk itu rasa terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir sesuai dengan petunjuk-Nya.
2. Kedua orang tua, kakak dan keluarga yang selalu memberikan do’a dan dukungan pada saya.
3. Bapak Dr. Eng.M. Badrus Zaman, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang telah memberikan manajemen yang baik kepada mahasiswa.
4. Bapak Ir. Amiadji, M.M., M.Sc. dan Bapak Ir. Toni Bambang Musriyadi, PGD, MMT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang sudah banyak memberikan ilmu dan arahan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu.
5. Seluruh dosen Jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang telah banyak memberi inspirasi selama masa perkuliahan.
6. Bapak-bapak manager, staf, karyawan di PT. PAL yang telah membantu memberikan arahan serta bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Seluruh teman-teman lab. MMD yang sudah bersedia membantu dan memberi semangat.
8. Seluruh teman-teman Lintas Jalur angkatan 2015 yang sama-sama berjuang untuk wisuda.
9. Dan untuk semua sahabat dan teman-teman yang ikut mendoakan dan memberikan semangat yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada laporan Tugas Akhir ini sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diharapkan. Semoga laporan ini bermanfaat.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

“halaman sengaja di kosongkan”

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xviii
DAFTAR GRAFIK .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Plerumusan masalah .....	1
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	2
1.5 Manfaat .....	2
BAB II TINJAUN PUSTAKA .....	3
2.1 Teori Bangunan Kapal Baru .....	3
2.1.1 Pengertian seksi, block seksi dan block .....	3
2.1.2 Tahap Tahap Pembuatan Kapal .....	5
2.1.3 Proses Erection .....	7
2.2 Titik Berat .....	8
2.3 Plat Kapal .....	9
2.4 Profil .....	11
2.5 Tegangan (stress) .....	12
2.5.1 Tegangan Normal .....	12
2.5.2 Regangan .....	13
2.5.3 Displacement .....	14

2.5.4 Factor of Safety (FOS).....	14
2.6 Pengangkatan.....	15
2.7 Perancangan Lifting eyes .....	16
2.8 Crane.....	16
<b>BAB III METEDOLOGI .....</b>	<b>19</b>
3.1 Identifikasi & Perumusan Masalah.....	19
3.2 Studi Literatur.....	19
3.3 Pengumpulan Data.....	19
3.4 Analisa.....	19
3.5 Studi Lapangan .....	19
3.6 Pemodelan .....	20
3.7 Simulasi dan Perhitungan .....	20
3.8 Penarikan Kesimpulan dan Saran .....	20
3.9 Diagram Alir.....	20
3.10 Rencana Daftar Kegiatan.....	21
<b>BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>23</b>
4.1 Struktur Block .....	24
4.2 Struktur Eye Plate.....	24
4.3 Peralatan Pengangkatan.....	24
4.4 Pemodelan .....	24
4.5 Pembuatan Model Grandblock.....	25
4.6 Pemasangan Profil.....	25
4.7 Pemasangan Eye Plate dan Finishing Model.....	25
4.8 Simulasi .....	27
4.8.1 Pemilihan Simulasi .....	27
4.8.2 Pemelihan Material .....	27
4.8.3 Penentuan Letak Fixed Geometry.....	28
4.8.4 Penentuan Letak Geometry.....	28
4.8.5 Mesh and Run .....	29
4.9 Hasil Simulasi.....	30
4.9.1 Simulasi Dengan Sistem HBeam.....	30
4.9.2 Simulasi Dengan Sistem Tanpa HBeam.....	44
4.10 Tabel Pebandingan .....	59
4.10.1 Simulasi Dengan Sistem HBeam.....	59
4.10.2 Simulasi Dengan Sistem Tanpa HBeam.....	60
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>62</b>
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>64</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>67</b>
<b>BIODATA PENULIS .....</b>	<b>68</b>

“halaman sengaja dikosongkan”

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Block-block Seksi Dalam Pembangunan Kapal.....	4
Gambar 2.2 Proses pembuatan Kapal .....	5
Gambar 2.3 Urutan Prosedur Pemeriksaan .....	6
Gambar 2.4 Loading Block .....	7
Gambar 2.5 Titik Berat.....	8
Gambar 2.6 Titik Tangkap Gaya Berat Kapal.....	8
Gambar 2.7 Moment Komponen Kapal Terhadap Keel .....	9
Gambar 2.8 Moment Komponen Kapal Terhadap Midship.....	9
Gambar 2.9 Plat Kapal .....	10
Gambar 2.10 Bulb Plate .....	11
Gambar 2.11 Web Beam .....	12
Gambar 2.12 Benda mengalami beban tarik sebesar P .....	13
Gambar 2.13 Benda yang sudah di berikan pembebanan .....	13
Gambar 2.14 Benda mengalami Displacement .....	14
Gambar 2.15 Proses lifting pada Block Kapal .....	15
Gambar 2.16 Lifting eyes.....	16
Gambar 4.1 Struktur GT 1.....	24
Gambar 4.2 Crane PT PAL 300 Ton.....	24
Gambar 4.3 Model Sketch Extrude .....	25
Gambar 4.4 Web Beam 3 Dimensi.....	25
Gambar 4.5 Bulb Profil 3 Dimensi.....	26
Gambar 4.6 Struktur Block Keseluruhan .....	26



Gambar 4.7 Static Analysis Type.....	27
Gambar 4.8 Fixed Geometry .....	28
Gambar 4.9 Gravity.....	29
Gambar 4.10 Mesh and Run.....	29
Gambar 4.11 Stress pada Titik A1 Sistem HBeam .....	30
Gambar 4.12 Displacement pada Titik A1 Sistem HBeam.....	31
Gambar 4.13 Strain pada Titik A1 Sistem HBeam .....	31
Gambar 4.14 Stress pada Titik A2 Sistem HBeam .....	32
Gambar 4.15 Displacement pada Titik A2 Sistem HBeam.....	32
Gambar 4.16 Stain pada Titik A2 Sistem HBeam .....	33
Gambar 4.17 Stress pada Titik A3 Sistem HBeam .....	34
Gambar 4.18 Displacement pada Titik A3 Sistem HBeam.....	34
Gambar 4.19 Strain pada Titik A3 Sistem HBeam .....	35
Gambar 4.20 Stress pada Titik A4 Sistem HBeam .....	36
Gambar 4.21 Displacement pada Titik A4 Sistem HBeam.....	36
Gambar 4.22 Strain pada Titik A4 Sistem HBeam .....	37
Gambar 4.23 Stress pada Titik A5 Sistem HBeam .....	37
Gambar 4.24 Displacement pada Titik A5 Sistem HBeam.....	38
Gambar 4.25 Strain pada Titik A5 Sistem HBeam .....	38
Gambar 4.26 Stress pada Titik A6 Sistem HBeam .....	39
Gambar 4.27 Displacement pada Titik A6 Sistem HBeam.....	40
Gambar 4.28 Strain pada Titik A6 Sistem HBeam .....	40
Gambar 4.29 Stress pada Titik A7 Sistem HBeam .....	41

Gambar 4.30 Displacement pada Titik A7 Sistem HBeam.....	42
Gambar 4.31 Strain pada Titik A7 Sistem HBeam .....	42
Gambar 4.32 Stress pada Titik A8 Sistem HBeam .....	43
Gambar 4.33 Displacement pada Titik A8 Sistem HBeam.....	43
Gambar 4.34 Strain pada Titik A8 Sistem HBeam .....	44
Gambar 4.35 Stress pada Titik B1 Sistem tanpa HBeam.....	45
Gambar 4.36 Displacement pada Titik B1 Sistem tanpa HBeam .....	45
Gambar 4.37 Strain pada Titik B1 Sistem tanpa HBeam.....	46
Gambar 4.38 Stress pada Titik B2 Sistem tanpa HBeam.....	46
Gambar 4.39 Displacement pada Titik B2 Sistem tanpa HBeam .....	47
Gambar 4.40 Strain pada Titik B2 Sistem tanpa HBeam.....	47
Gambar 4.41 Stress pada Titik B3 Sistem tanpa HBeam.....	48
Gambar 4.42 Displacement pada Titik B3 Sistem tanpa HBeam .....	49
Gambar 4.43 Strain pada Titik B3 Sistem tanpa HBeam.....	49
Gambar 4.44 Stress pada Titik B4 Sistem tanpa HBeam.....	50
Gambar 4.45 Displacement pada Titik B4 Sistem tanpa HBeam .....	50
Gambar 4.46 Strain pada Titik B4 Sistem tanpa HBeam.....	51
Gambar 4.47 Stress pada Titik B5 Sistem tanpa HBeam.....	52
Gambar 4.48 Displacement pada Titik B5 Sistem tanpa HBeam .....	52
Gambar 4.49 Strain pada Titik B5 Sistem tanpa HBeam.....	53
Gambar 4.50 Stress pada Titik B6 Sistem tanpa HBeam.....	54
Gambar 4.51 Displacement pada Titik B6 Sistem tanpa HBeam .....	54
Gambar 4.52 Strain pada Titik B6 Sistem tanpa HBeam.....	55

Gambar 4.53 Stress pada Titik B7 Sistem tanpa HBeam.....	56
Gambar 4.54 Displacement pada Titik B7 Sistem tanpa HBeam .....	56
Gambar 4.55 Strain pada Titik B7 Sistem tanpa HBeam.....	57
Gambar 4.56 Stress pada Titik B8 Sistem tanpa HBeam.....	58
Gambar 4.57 Displacement pada Titik B8 Sistem tanpa HBeam .....	58
Gambar 4.58 Strain pada Titik B8 Sistem tanpa HBeam.....	59

#### **DAFTAR TABEL**

Tabel 1 Properties ASTM A36.....	28
Tabel 2 Hasil Analisa Sitem HBeam.....	59
Tabel 3 Hasil Analisa Sitem tanpa HBeam.....	60

#### **DAFTAR GRAFIK**

Grafik 1 Hasil Analisa Sistem H Beam.....	60
Grafik 2 Hasil Analisa Sistem Tanpa H Beam.....	61

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Macam – Macam Eyeplate .....	68
Lampiran 2 Report Hasil Simulasi .....	72

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Saat ini semakin banyak galangan-galangan kapal berskala menengah hingga besar yang pada proses produksinya telah mengalami kemajuan. Salah satu sistem yang baru dalam pembangunan kapal yaitu sistem *grandblock*. System ini memungkinkan kapal untuk diproduksi lebih cepat dibandingkan system produksi kapal sebelumnya yang harus memulai pekerjaan dari bagian bawah kapal (*keel*) terlebih dahulu, atau menggunakan system section/block. Pembangunan kapal dengan sistem *grandblock* merupakan proses produksi kapal yang melibatkan penyambungan block-block untuk digabung menjadi sebuah kapal atau biasa disebut erection didalam bengkel. Didalam mengaplikasikan *grandblock* terdapat Hull Construction Block yang meliputi material, plat dan juga profil.

Dalam penyambungan block, ada proses dimana block tersebut dipindahkan dari bengkel produksi menuju ke tempat pembangunan kapal. Block dipindahkan dan ditempatkan menurut urutan block tersebut untuk kemudian menjadi rangkaian block yang lebih besar yaitu *grandblock*. Pada kondisi saat ini, pada umumnya proses lifting dilakukan akan terjadi deformasi pada blok kapal dan blok tersebut menjadi tidak efisien karena akan memerlukan pengerjaan kembali dengan melakukan proses fairing sehingga memakan waktu dan biaya yang tidak sedikit.

Kecenderungan kesalahan tersebut seringkali terjadi, dan masalah ini biasanya akan menambah jam kerja orang, menambah waktu produksi dan lain-lain yang akan merugikan pihak galangan sebagai produsen kapal. Dari hal tersebut maka yang menjadi fokus penulisan tugas akhir ini yaitu dengan menganalisa Teknik penggunaan crane model sistem H Beam pada pembangunan kapal baru dengan menggunakan sistem blok pada alat bantu angkat yang diharapkan dapat mengurangi terjadinya deformasi pada saat pengangkatan *grandblock*.

### 1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah yang akan dibuat didalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah:

1. Berapa jumlah eye plate yang akan di pasang pada *grandblock*?
2. Berapa dimensi di setiap eye plate yang di pasang untuk masing masing sistem ?
3. Bagaimana hasil simulasi pengujian kedua sistem yang menggunakan HBeam dan Tidak menggunakan H Beam dengan menggunakan software Solidwork ?

### **1.3 BATASAN MASALAH**

Adapun batasan masalah dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Hanya dilakukan simulasi untuk mengetahui kemampuan kedua sistem untuk mengangkat satu grandblock.
2. Tidak dilakukan analisa pada proses pengelasan yang terjadi.
3. Tidak dilakukan analisa pengaruh angin pada saat pengangkatan.
4. Tidak dilakukan pemodelan komponen-komponen block selain profil.

### **1.4 TUJUAN**

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengetahui jumlah eye yang akan di pasang di Grandblok.
2. Mengetahui kekuatan setiap eye plate yang di pasang.
3. Mengetahui perbandingan kekuatan antara yang menggunakan H Beam dan tidak menggunakan H Beam.

### **1.5 MANFAAT**

Kegunaan dan manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui mana yang lebih efisien untuk pemindahan block
2. Sebagai referensi teknis untuk pengangkatan block pada pembangunan kapal baru yang aman dalam hal kekuatan.
3. Dengan adanya analisa ini, diharapkan dapat membantu dalam penerapan langsung pada pengangkatan blok di galangan kapal yang menggunakan metode full outfitting block system dalam setiap pembangunan kapal baru.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Teori Bangunan Kapal Baru**

Pada umumnya metode dalam proses pembuatan kapal terdiri dari dua cara yaitu berdasarkan system dan berdasarkan tempat.

Proses pembuatan kapal berdasarkan sistem terbagi menjadi tiga macam yaitu :

1. Sistem seksi
2. Sistem block seksi
3. Sistem block

##### **2.1.1 Pengertian seksi, block seksi dan block.**

###### **1. Sistem Seksi**

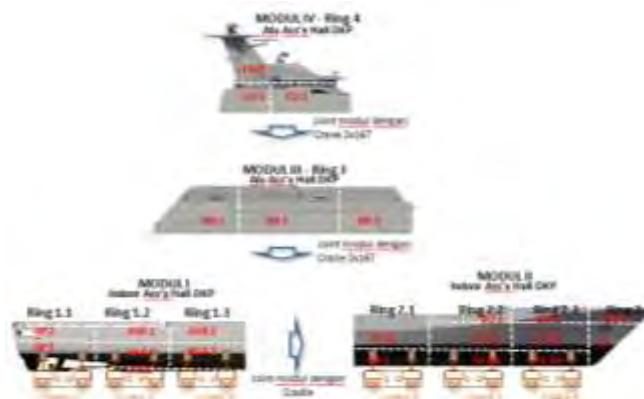
Sistem seksi adalah sistem pembuatan kapal dimana bagian-bagian konstruksi dari tubuh kapal dibuat seksi perseksi (perbagian). Contoh: seksi bulkhead (sekat kedap air). Keuntungan dari sistem seksi adalah tiap seksi dapat dibangun dalam waktu yang bersamaan tergantung kapasitas kerja bengkel selain itu waktu pembangunannya lebih pendek, kualitas produksi lebih unggul dibanding sistem konvensional dan mutu dari setiap seksi dapat dikontrol secara rinci. Sedangkan kerugian yang terdapat pada sistem seksi ini yaitu kekuatan pada kapal yang bergantung pada perencanaan pembagian badan kapal yang dibagi menjadi beberapa seksi dan juga teknik penyambungan antara dua buah seksi, selain itu juga pengerjaannya lebih sulit karena dalam proses penggabungan antara seksi memerlukan ketepatan ukuran yang prima.

###### **2. Sistem block seksi**

Sistem block seksi adalah sistem pembuatan kapal pada fabrikasi dimana bagian bagian konstruksi dari kapal dibuat dari gabungan beberapa seksi sehingga membentuk block seksi, contoh bagian dari seksi-seksi geladak, seksi lambung dan bulkhead dibuat menjadi satu block seksi.

###### **3. Sistem grand block**

Sistem grand block adalah sistem pembuatan kapal dimana badan kapal terbagi beberapa block, dimana tiap-tiap block sudah siap pakai (lengkap dengan sistem perpipaannya).



Gambar 2.1 Block-block Seksi Dalam Pembangunan Kapal

Pembangunan dengan metode blok ini pada prinsipnya adalah penggabungan blok yang lengkap yang terdiri atas lambung, sekat dan geladak yang sebelumnya dikerjakan di bengkel produksi perakitan (assembly). Pada saat di landasan pembangunan dilakukan penyambungan blok-blok yang telah membentuk ring seksi menjadi bentuk badan kapal yang berupa grand assembly atau erection. Penurunan blok disambung pada dok kolam (graving dock).

Bentuk blok dan kelengkapannya dapat dikategorikan menjadi 3 (tiga) macam yaitu :

1. Blok biasa (Ordinary Block) yaitu bentuk blok yang belum dilengkapi dengan outfitting kapal.
2. Blok setengah lengkap (Semi Outfitting Block) yaitu bentuk blok yang telah sebagian dilengkapi dengan outfitting berupa sistim perpipaan induk.
3. Blok outfitting penuh (Full Outfitting Block System) yaitu bentuk blok yang telah dilengkapi dengan seluruh outfitting yang sifatnya permanen dan dapat terikat secara langsung dengan blok. Bila blok digabung dengan blok yang lain maka sistem yang ada di dalam blok harus tersambung pula, untuk itu toleransi ukuran yang ada harus diperhatikan dengan benar.

Berdasarkan tempatnya, pembuatan kapal dibagi menjadi dua macam:

- a. Fabrication adalah semua pekerjaan pembuatan kapal yang dikerjakan di luar tempat peluncuran dimana badan kapal dimasukkan dalam air.
- b. Erection adalah semua pekerjaan pembuatan kapal yang dikerjakan di tempat dimana kapal akan diluncurkan. Dalam hal ini pembuatan baik berupa seksi, block seksi, dan block semuanya dilakukan atau dikerjakan di tempat tersebut.



### 2.1.2 Tahap-Tahap Pembuatan Kapal

Dalam pembangunan kapal selalu mengikuti tahapan sebagai berikut:

1. Tahap Pembuatan Awal.

Dalam tahap ini pekerjaan yang utama adalah pembentukan plat yang dilakukan dengan pembersihan, penandaan, pemotongan, pembungkukan, dan lain sebagainya.

2. Tahap Perakitan Awal.

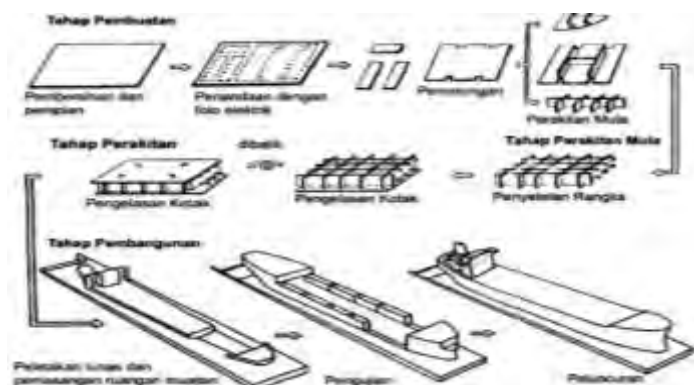
Sebagian dari plat dinding setelah dibuat biasanya langsung dikirimkan ke tempat perakitan. Pengecualian untuk konstruksi dalam seperti kerangka geladak atau dasar biasanya dirakit sendiri terlebih dahulu dalam tahap perakitan mula atau awal. Dalam tahap ini biasanya digunakan cara pengelasan tangan, pengelasan gaya berat, pengelasan rendam dan sebagainya. Apabila kapal kayu maka dilakukan proses penyambungan atau pengeleman.

3. Tahap Perakitan.

Ada tahap perakitan semua komponen baik yang datang dari pembuatan maupun dari perakitan awal dirakit menjadi kotak-kotak perakitan (dilas/dilem atau penyambungan). Pada kapal baja penyambungan antara kotak-kotak perakitan dilakukan dengan menggunakan las busur rendam otomatis. Dalam hal mengikat kerangka dan plat dinding digunakan las tangan atau las gaya berat dengan elektroda khusus untuk pengelasan datar. Disamping cara pengelasan tersebut juga digunakan juga cara lain tergantung dari bagian-bagian yang disambung dan posisi pengelasannya.

4. Tahap Pembangunan.

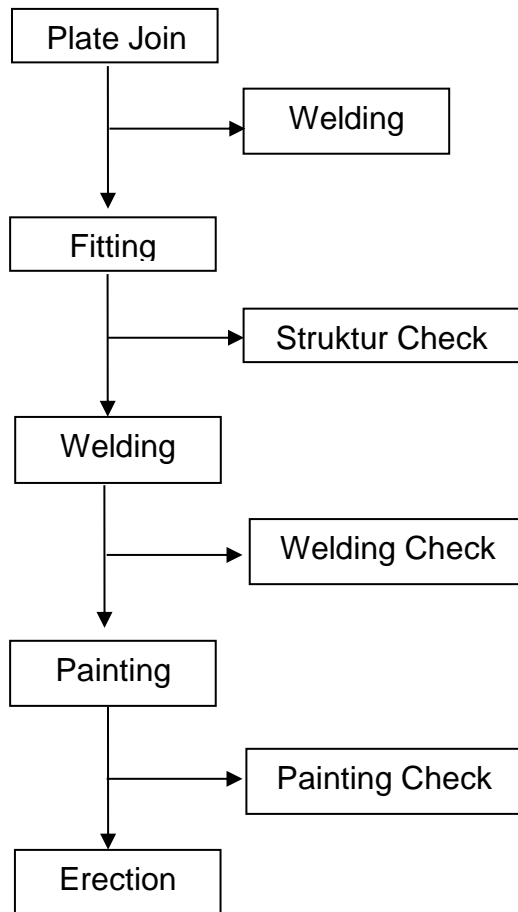
Kotak-kotak yang sudah dirakit kemudian disusun diatas galangan dengan bantuan mesin angkat (crane). Setelah diatur, kotak tersebut kemudian dilas dengan menggunakan dua macam cara pengelasan baik dengan las biasa maupun dengan las otomatis.



Gambar 2.2 Proses Pembuatan Kapal

Tugas dari bagian sub assembly adalah menggabungkan beberapa komponen kecil menjadi komponen block antara lain:

- Pemasangan stiffener pada kulit plat
- Pembuatan wrang
- Penyambungan dua lembar plat
- Membantu tugas bagian assembly



Gambar 2.3 Urutan Prosedur Pemeriksaan

Secara garis besar pekerjaan pada bagian erection dapat digolongkan sebagai berikut:

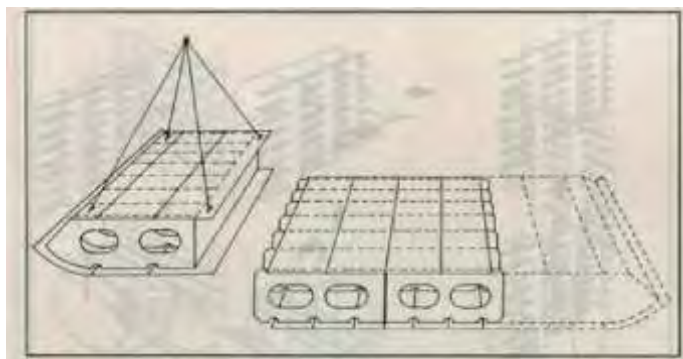
- Preparation, meliputi pekerjaan pemasangan kupingan, guide plate, marking dan pemasangan papan-papan pranca.
- Adjusting, meliputi pekerjaan leveling atau penyamaan, cutting of allowance.
- Fitting atau penyetelan dimana pada pekerjaan ini dibutuhkan peralatan seperti gerinda dan paju.

Serta dilaksanakan pekerjaan heating untuk menghilangkan deformasi atau tegangan sisa setelah terjadi pengelasan.

### 2.1.3 Proses Erection

Erection adalah proses joint antar block untuk menjadi satu kapal utuh. Bentuk blok yang akan dibangun/join block di galangan bentuknya tidak selalu simetris. Oleh karena itu untuk mendapatkan keseimbangan yang baik dalam mengangkat blok. Urutan peletakan blok ditentukan dalam tahapan rancangan. Blok atau seksi pada kamar mesin karena berhubungan dengan pekerjaan konstruksi tongkat kemudi (rudder stock), daun kemudi (rudder), dan poros baling-baling dan parameter untuk penyambungan blok-blok tersebut dipakai blok didaerah parallel midle body (bagian tengah kapal dengan lebar yang sama) sebagai master blok dilanjutkan dengan penyambungan blok-blok atau seksi ke arah haluan dan buritan kapal. Posisi mengangkat harus perlu dipertimbangkan dengan baik. Berikut beberapa point pertimbangan untuk mengangkat block :

- Memperhatikan bentuk struktur block yang akan diangkat
- Memperhatikan posisi pusat gravitasi
- Memperhatikan posisi yang kuat dan anggota struktural lemah
- Memperhatikan sambungan antar frame block 1 dengan yang akan di join
- Memperhatikan metode angkat yang akan diterapkan

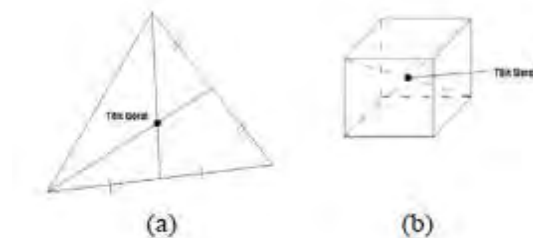


Gambar 2.4 Loading Block

Sebelum loading block, dibuatkan garis tengah (Center Line) di lantai tepat di atas block tersebut berdiri/tempat joint erection. Fungsinya ketika block sudah ada diatas jig (tempat berdirinya block) mudah untuk melihat dari kelurusan blok tersebut.

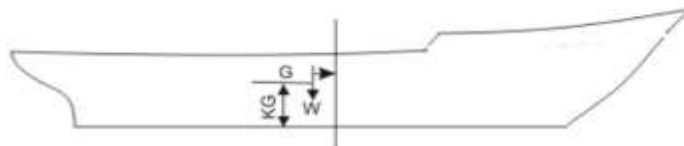
## 2.2 Titik Berat (Center Of Gravity)

Setiap benda mempunyai titik berat, titik berat ini adalah titik tangkap dari sebuah gaya berat. Dari sebuah segitiga seperti pada gambar 2.5, titik beratnya adalah perpotongan antara garis berat segitiga tersebut. Demikian pula dari sebuah kubus yang homogeny pada gambar 2.5, titik berat kubus adalah titik potong antara diagonal ruang kubus.



Gambar 2.5 Titik Berat (a) Segitiga (b) Kubus

Kapal juga mempunyai titik tangkap gaya berat dari kapal. Titik berat kapal biasanya ditulis dengan huruf G dan titik G ini merupakan gaya berat kapal W bekerja vertical ke bawah. Jarak vertikal titik G terhadap penampang tengah kapal (*Midship*) ditulis G.



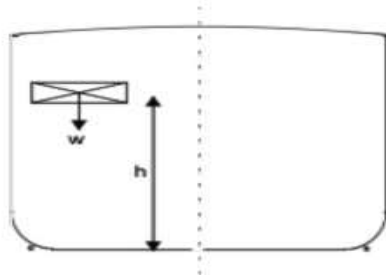
Gambar 2.6 Titik Tangkap Gaya Berat Kapal

Keterangan :

G = Titik berat kapal

W = Gaya berat kapal

KG =  $\frac{\sum \text{momen dari tiap-tiap komponen berat terhadap keel}}{\sum \text{berat tiap-tiap komponen}}$



Gambar 2.7 Moment Komponen Kapal Terhadap Keel

Keterangan :

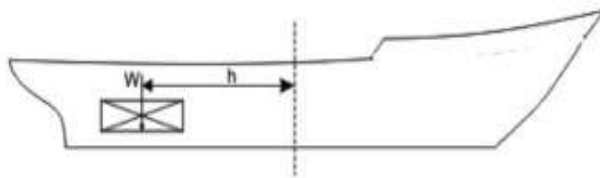
W = Berat komponen

H = Jarak vertical titik komponen ke lunas (Keel)

W.h = Momen

$$KG = \frac{\sum W \cdot h}{\sum W}$$

$$KG = \frac{\sum \text{Momen dari tiap-tiap komponen berat terhadap keel}}{\sum \text{Berat tiap-tiap komponen}}$$



Gambar 2.8 Moment Komponen Kapal Terhadap midship

Keterangan :

W = Berat Komponen

h = Jarak horisontal titik komponen ketengah kapal (Midship)

W.h = Momen

$$G = \frac{\sum W \cdot h}{\sum W}$$

Jadi titik berat G sangat tergantung pada konstruksi kapal itu sendiri. Letak titik G tetap selama tidak ada penambahan, pengurangan atau pergeseran muatan.

### 2.3 Plat Kapal

Plat Kapal Plat kapal merupakan plat yang berbeda dengan plat pada umumnya. Kelebihan plat kapal tentunya terkandung unsur lain selain baja

sebagai unsur utama. Unsur campuran pada plat kapal berpengaruh terhadap laju korosi yang terjadi pada kapal nantinya. Unsur-unsur campuran tersebut tentunya harus menambah kualitas dari plat tersebut. Plat kapal dibuat dari peleburan bijih besi dalam tungku sembur yang mempunyai struktur kerucut dan tungku tersebut tentunya terbuat dari bahan tahan api. Panas peleburan menggunakan kokas dan batu kapur agar kerak pada bijih besi dapat terangkat dan tidak tercampur. Kandungan dalam tiap lembar plat adalah 92-97 persen merupakan besi. Sisanya terdapat kandungan karbon, silikon, mangan, belerang, dan fosfor. Tentunya dalam cetakan plat kotor yang terbawa harus diminimalisir untuk menjaga kualitas dari plat tersebut.



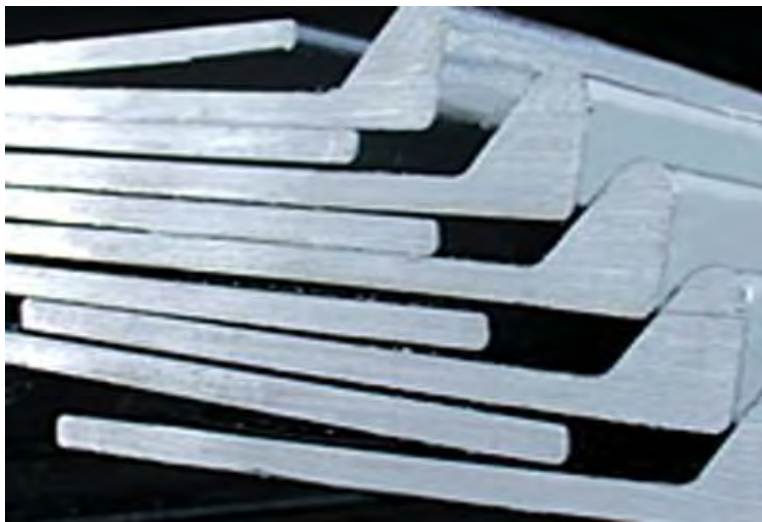
Gambar 2.9 Plat Kapal

Ada lima kualitas baja yang berbeda menurut badan klasifikasi dalam konstruksi kapal. Adapun tiap grade mempunyai perbedaan yang digambarkan sebagai berikut: grade A, grade B, grade D, dan grade E. Untuk grade A merupakan baja yang mempunyai kualitas bagus untuk sebuah bangunan kapal. Sedangkan grade B adalah jenis baja ringan yang mempunyai kualitas lebih bagus dari pada baja grade A. Baja grade B merupakan baja dimana tebal platnya yang diperlukan untuk daerah kritis. Sedangkan grade D dan grade E memiliki tingkat kelenturan yang baik. Diaplikasikan untuk seluruh bangunan kapal dengan komposisi standart konstruksi kapal yang dikeluarkan oleh biro klasifikasi kapal (standart: ABS, BKI, DNV, RINA, GL, LR, BV, NK, KR, CCS, dan lain-lain.) dengan klas baja: A, B, C, D, dan E (grade: A, B, D, E, AH32-AH40, DH32-DH40, A32, A36, D32, D36, dan lain-lain.) dengan tebal: 8 mm s/d 100 mm, lebar: 1500 mm s/d 2700 mm, panjang: 6 m s/d 13 m. Sifat mekanis yang harus dimiliki untuk plat kapal biasa adalah batas lumer 24 kg/mm<sup>2</sup>, kekuatan tarik 41 kg/mm<sup>2</sup> – 50 kg/mm<sup>2</sup>, dan regangan patah minimal 22%. Plat kapal tegangan tinggi (untuk lambung kapal) memiliki sifat mekanis antara lain sebagai berikut: tegangan lumer minimal 32 kg/mm<sup>2</sup> dan kekuatan tarik 48 kg/mm<sup>2</sup>. Selain itu juga digunakan baja tempa yang memiliki kekuatan tarik minimal 41 kg/mm<sup>2</sup>. Pemakaian plat baja untuk bangunan kapal memiliki resiko kerusakan tinggi terutama pada plat lambung kapal yang tercelup air, sangat rawan terjadi korosi. Plat grade A dapat juga disebut dengan mild steel,

yaitu suatu baja dengan kandungan carbon antara 0 s/d 0,3 % dan memiliki sifat mudah ditempa. Mild steel atau low carbon steel banyak digunakan pada galangan kapal di Indonesia. Berdasarkan mechanical composition nya, mild steel memiliki mechanical composition yang hampir menyerupai ASTM A36. Baja karbon polos atau biasa disebut plain carbon steel biasanya mengacu pada baja seperti ASTM A36/ASME SA36, atau SAE 1020. Bahan-bahan ini, yang memiliki karbon yang relatif rendah dan kandungan paduan lainnya, yang paling sering digunakan dalam rekayasa struktural noncritical adalah A36/SA36 tersedia dalam plat dan bentuk seperti balok, channel, sudut, dan bulat dan flat bar.

## 2.4 Profil

Profil adalah salah satu material yang digunakan untuk pembangunan sebuah block kapal. Profil digunakan sebagai penguat plat lambung sisi pada kapal. PT.PAL INDONESIA (PERSERO) menggunakan dua macam profil untuk pembuatan salah satu block kapal. Dua macam profil tersebut adalah Holland Profil (HP) yang terbuat dari bahan bulp plate dan profil flat bar (FB) yang berupa plat lembaran yang dapat dibentuk sendiri oleh bagian produksi di perusahaan tersebut. Apabila profil flat bar yang berbahan dasar seperti lembaran plat baja dan dibentuk sendiri oleh bagian produksi, maka sebaliknya holland profil hanya dapat dibeli. Biasanya holland profil di impor dari china.



Gambar 2.10 Bulb Plate

Untuk perhitungan berat profil flat bar dapat dilakukan dengan input dimensi, jumlah bagian dan massa jenis baja tersebut. Sedangkan untuk holland profil, perhitungan beratnya hanya membutuhkan input jumlah bagian, panjang,

dan berat per 1 meter. Berat per 1 meter tersebut berbeda-beda menurut ukuran lebar dan tebal. Dimensi holland profil tersebut mempengaruhi berat per 1 meter tersebut dan berat tersebut dapat dilihat dalam katalog holland profil yang standart digunakan oleh perusahaan galangan kapal.



Gambar 2.11 Web Beam

## 2.5 Tegangan (Stress)

Hukum Newton pertama tentang aksi dan reaksi, bila sebuah balok terletak di atas lantai, balok akan memberikan aksi pada lantai, demikian pula sebaliknya lantai akan memberikan reaksi yang sama, sehingga benda dalam keadaan setimbang. Gaya aksi sepusat ( $F$ ) dan gaya reaksi ( $F''$ ) dari bawah akan bekerja pada setiap penampang balok tersebut. Jika kita ambil penampang A-A dari balok, gaya sepusat ( $F$ ) yang arahnya ke bawah, dan di bawah penampang bekerja gaya reaksinya ( $F''$ ) yang arahnya ke atas. Pada bidang penampang tersebut, molekul-molekul di atas dan di bawah bidang penampang A-A saling tekan menekan, maka setiap satuan luas penampang menerima beban sebesar:  $F/A$ . Tegangan timbul akibat adanya tekanan, tarikan, bengkokan, dan reaksi. Pada pembebanan tarik terjadi tegangan tarik, pada pembebanan tekan terjadi tegangan tekan, begitu pula pada pembebanan yang lain. Tegangan dibagi ada beberapa diantaranya yaitu:

### 2.5.1 Tegangan Normal

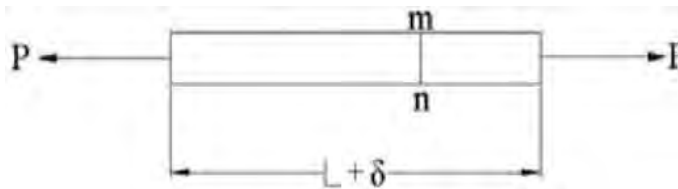
Konsep paling dasar dalam mekanika kekuatan bahan adalah tegangan dan bentuk yang paling mendasar dengan meninjau sebuah batang yang mengalami gaya aksial. Gaya aksial adalah beban yang mempunyai sama arah dengan sumbu elemen sehingga mengakibatkan terjadinya tegangan tarik atau tekan pada batang.





Gambar 2.12 Benda mengalami beban tarik sebesar P

Gambar 2.8 merupakan gambar sebuah batang dengan penampang dan diberikan pembebanan tarik sebesar P. batang tersebut merupakan sebuah elemen prismatic yang mengalami tarikan.



Gambar 2.13 Benda yang sudah diberikan pembebanan

Dengan mengasumsikan tegangan terbagi rata diseluruh permukaan potongan mn, sedangkan gaya distribusi kontiniu bekerja pada seluruh penampang. intensitas gaya (yaitu gaya per satuan luas) disebut dengan tegangan dan diberi notasi  $\sigma$  dengan demikian persamaan tegangan adalah:.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

dimana:

$\sigma$ : tegangan yang terjadi

p: gaya yang diberikan

A: luas penampang

Persamaan ini memberikan intensitas tegangan merata pada batang prismatic yang dibebani secara aksial dengan penampang sembarang. Apabila batang ini ditarik dengan gaya P, maka tegangannya adalah tegangan tarik (tensile stress), apabila gayanya mempunyai arah sebaliknya, sehingga batang tersebut mengalami tekanan (compressive stress).

## 2.5.2 Regangan (Strain)

Regangan adalah bagian dari deformasi, yang dideskripsikan sebagai perubahan relatif dari partikel-partikel di dalam benda yang bukan merupakan benda kaku. Definisi lain dari regangan bisa berbeda-beda tergantung pada bidang apa istilah tersebut digunakan atau dari dan ke titik mana regangan terjadi.

Regangan merupakan ukuran mengenai seberapa jauh batang tersebut berubah bentuk. Tegangan diberikan pada materi dari arah luar, sedangkan regangan adalah tanggapan materi terhadap tegangan. Pada daerah elastis, besarnya tegangan berbanding lurus dengan regangan. Perbandingan antara

tegangan dan regangan benda tersebut disebut modulus elastisitas atau modulus Young. Pengukuran modulus Young dapat dilakukan dengan menggunakan gelombang akustik, karena kecepatan jalannya bergantung pada modulus Young. Secara matematis dirumuskan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2.2)$$

Dimana:

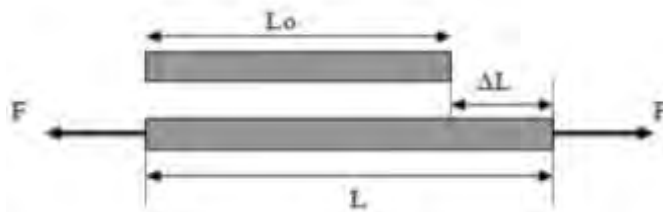
$\varepsilon$  = regangan (strain)

$L$  = panjang benda

$\Delta L$  = pertambahan panjang (displacement)

### 2.5.3 Displacement

Displacement adalah penambahan panjang pada suatu benda karena akibat dari suatu gaya. Gambar dibawah ini merupakan benda mendapat gaya tarik  $F$  dengan panjang mula-mula  $L_0$  setelah mendapat gaya  $F$  sehingga berubah menjadi  $L$ , untuk  $\Delta L$  adalah selisih antara  $L$  dengan  $L_0$  yang disebut displacement.



Gambar 2.14 Benda mengalami displacement

Untuk menentukan displacement menggunakan rumusn sebagai berikut:

$$\Delta L = L \times \varepsilon \quad (2.3)$$

Dimana:

$\Delta L$  = pertambahan panjang (displacement)

$\varepsilon$  = regangan (strain)

$L$  = panjang benda

### 2.5.4 Factor of Safety (FOS)

Faktor Keamanan (Safety factor) adalah faktor yang digunakan untuk ménevaluasi agar perencanaan suatu elemen terjamin keamanannya dengan dimensi yang minimum. Secara rumus, safety factor adalah perbandingan antara besarnya beban batas kekuatan material dengan beban yang terjadi pada design.

Faktor keamanan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain yaitu:

- 1) Variasi sifat-sifat bahan
- 2) Pengaruh ukuran dari bahan yang diuji kekuatannya

3) Jenis beban

4) Pengaruh waktu dan lingkungan dimana peralatan tersebut dioperasikan.

Untuk menentukan factor of safety yaitu dengan rumusan sebagai berikut:

$$Fos = \frac{\sigma Y}{\sigma \text{ yang terjadi}}$$

Dimana:

Fos = factor of safety

$\sigma_y$  = yield streng material

## 2.6 Pengangkatan (lifting)

Proses *lifting* merupakan merupakan proses pengangkatan pada block kapal pada saat *Assembly* dan *Erection*. Dalam proses ini resiko kecelakaan yang relatif besar dapat terjadi. Adapun faktor yang dapat menyebabkan proses lifting mengalami kegagalan adalah :

- Perencanaan yang kurang baik
- Kegagalan peralatan
- SDM yang tidak memenuhi syarat

Dikarenakan beberapa faktor diatas, sebelum pekerjaan lifting dilakukan perlu adanya *lifting plan*. Untuk merencanakan lifting plan diperlukan beberapa data yaitu :

- Data titik berat / COG
- Berat blok
- Posisi blok yang akan dibangun
- Data *lifting eyes*



Gambar 2.15 proses lifting pada block kapal

## 2.7 Perancangan *lifting eyes* (*eye plate*)

*Lifting eyes* adalah merupakan salah satu *lifting equipment* yang sangat penting dalam proses *lifting*. *Lifting eyes* berfungsi sebagai penghubung antara beban utama dengan shackle yang nanti akan dihubungkan pada tali (sling). Shackle biasanya tersedia di pasaran dengan nilai SWL tertentu. Jumlah *lifting eyes* yang digunakan biasanya 4 *lifting eyes* setiap section, hal ini bertujuan untuk menjaga stabilitas atau keseimbangan blok. Pembagian pada masing-masing *lifting eyes* dihitung dengan cara :

$$\text{Beban} = \frac{W + (W + 10\%)}{\Sigma \text{Lifting Eyes}}$$

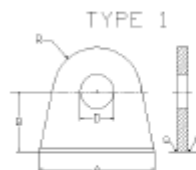
Keterangan :

W = Berat blok

SF = 10%

*Safety factor* diambil untuk mengantisipasi beban kejut dan gravity, *lifting eyes* dipasang pada strong area point seperti bulkhead, tranverse section atau longitudinal section.

Berikut adalah *lifting eyes* menurut standart DAMEN :



Gambar 2.16 *lifting eyes*

*Lifting eyes* digunakan untuk pengangkatan dengan beban *lifting eyes* <5 Ton. Untuk penentuan dimensi dapat dilihat pada tabel berikut :

## 2.8 Crane

Crane atau pesawat angkat didefinisikan sebagai peralatan yang digunakan untuk memindahkan dan mengangkat muatan baik bahan atau barang atau orang secara vertikal dan atau horizontal dalam jarak yang ditentukan.

Jenis crane yang umum dipergunakan, meliputi :

- Pedestal crane, umumnya dipergunakan diplatform, dimana crane bearing duduk menetap pada pipa pedestal.

- Tower crane, umumnya dipakai didarat, walaupun beberapa diantaranya ada pula yang diinstall di offshore. Crane jenis ini duduk dikaki rangka (tower) dan tidak ada gerakan boom naik turun.
- Mobile crane, umumnya dipakai didarat, walaupun beberapa diantaranya ada pula yang diinstall di offshore. Sesuai dengan namanya crane ini dapat mobile atau berpindah tempat dengan menggunakan atau roda yang dimiliki.
- Truck crane, mirip dengan mobile crane hanya saja kendaraan yang dipergunakan adalah jenis truck, dan crane didudukkan pada kerangka yang diinstall pada chasis truck.
- Overhead crane, memiliki ginder yang memungkinkan trolley bergerak horizontal kesatu arah dan juga memiliki lintasan rel yang memungkinkan bergeraknya ginder ke arah horizontal tegak lurus gerakan trolley. Crane jenis ini banyak dipakai pada bengkel-bengkel kerja.
- Gantry crane, mirip dengan overhead crane, hanya saja relnya ada dibawah yang menyangga rangka kaki-kaki dari pemegang horizontal ginder. Crane jenis ini banyak ditemui di bengkel-bengkel besar semacam galangan kapal, pelabuhan, dll.
- Wall crane, umumnya dipasang didinding atau tiang. dengan gerak yang lebih terbatas, umumnya untuk keperluan bengkel kecil.
- Semi gantry crane, adalah gabungan antara overhead dan gantry crane.
- Floating crane. Adalah sebutan umum crane dimana rotating superstructure, power plant, operating machinery, dan boom dipasang pada barge atau pontoon. Power plant mungkin saja dipasang dibawah deck

“halaman sengaja kosong”

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

Metode penelitian secara umum adalah metode yang membahas langkah-langkah penelitian secara rinci dan berurutan, peralatan yang digunakan serta prosedur yang dilakukan dalam penelitian. Pada bab ini akan diuraikan langkah-langkah penelitian, bahan dan alat, rangkaian penelitian, teknik pengambilan data, dan pengolahan data.

#### **3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah**

Pada tahap ini dicari dan ditetapkan permasalahan yang ada pada proses produksi kapal, sekaligus untuk menetapkan tujuan dari tugas akhir. Pada tugas akhir ini permasalahan yang didapatkan adalah deformasi yang terjadi pada proses pengangkatan block kapal KCR 60 M.

#### **3.2 Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari referensi-referensi yang berasal dari buku, internet, wawancara serta konsultasi dengan dosen pembimbing.

#### **3.3 Pengumpulan Data**

Adapun dalam hal ini kapal yang dijadikan objek adalah kapal KCR 60 M yang dibangun di galangan. Dengan ini akan diperlukan data-data dalam pembuatan tugas akhir ini yaitu dengan memperoleh data melalui studi lapangan atau dengan melakukan wawancara dengan pihak-pihak yang berkaitan dengan pembangunan kapal tersebut.

#### **3.4 Analisa**

Pada tahap ini dilakukan analisa kekuatan pengangkatan block dan menentukan beam yang dapat digunakan dalam pengangkatan block tersebut.

#### **3.5 Studi Lapangan**

Pada tahap ini melakukan survey bagaimana keadaan dilapangan, dan hal-hal apa saja yang terjadi serta merumuskan suatu permasalahan untuk diangkat menjadi bahan tugas akhir ini. Pada hal ini melihat situasi dan proses pembangunan kapal yang terjadi digalangan.

### 3.6 Permodelan

Pada tahap ini dilakukan pembuatan rancangan model blok dan alat bantu dengan penambahan H Beam menggunakan bantuan software.

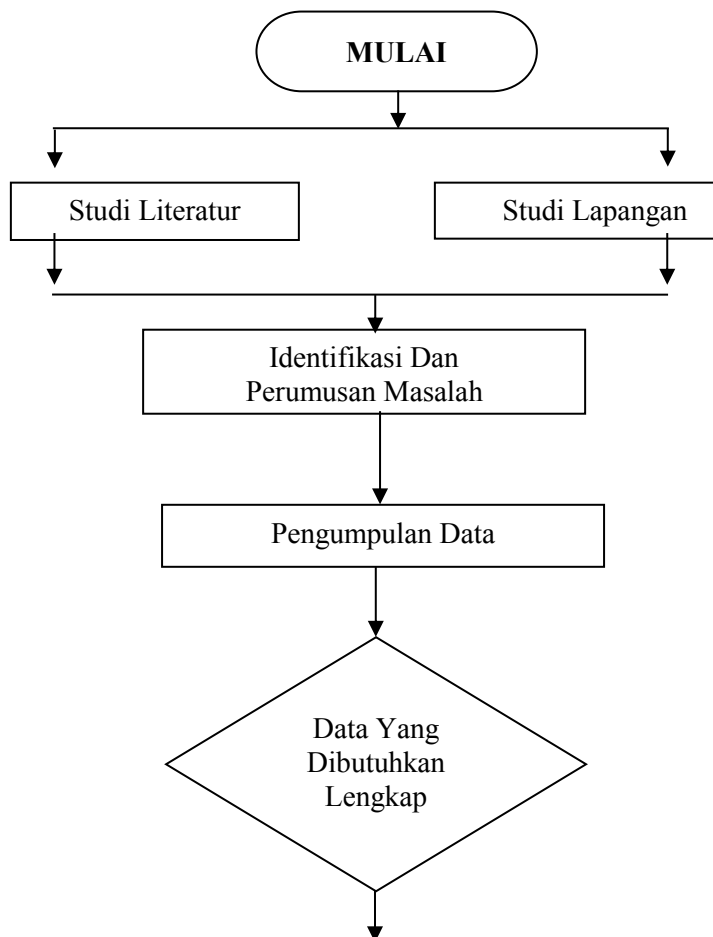
### 3.7 Simulasi dan Perhitungan

Pada tahap ini dilakukan simulasi dan perhitungan kekuatan pengangkatan blok dengan penambahan sistem H-Beam tersebut dengan bantuan software solidworks.

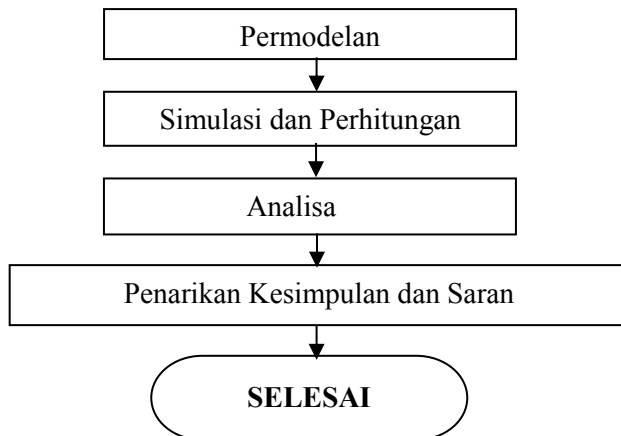
### 3.8 Penarikan Kesimpulan dan Saran

Pada tahap akhir akan dibuat kesimpulan yang merupakan hasil akhir dari pengerjaan tugas akhir ini yang berdasarkan analisa. Dan juga memberikan inti informasi penting dari seluruh pembuatan tugas akhir ini.

### 3.9 Diagram Alir







### 3.10 Rencana Daftar Kegiatan

Berikut ini akan diberikan tabulasi mengenai Garis Besar Rencana Kegiatan Tugas Akhir :

No	Kegiatan	Bulan ke-			
		1	2	3	4
1	Studi Literatur				
2	Pengumpulan Data				
3	Membuat pemodelan				
4	Mensimulasikan dan menghitung dari segi kekuatan dengan software solidworks				
5	Membandingkan kekuatan kedua Sistem untuk mengangkat grandblock				
6	Penulisan Tugas Akhir				

“halaman ini sengaja di kosongkan”

## **BAB IV**

### **ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan di bahas analisa dari kekuatan eye plate dan posisi eye plate di letakkan pada saat proses pengangkatan block.

#### **4.1 Struktur Block**

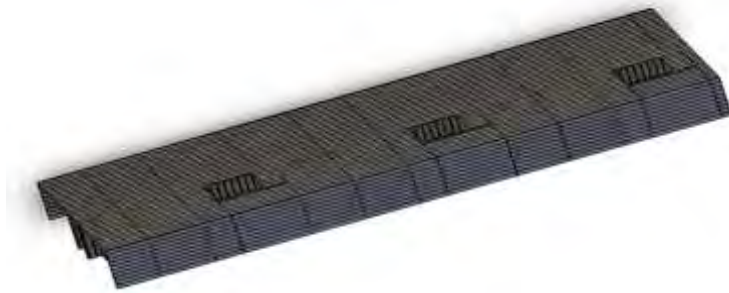
Grandblock yang akan di analisa yaitu grandblock pada bagian bangunan atas pada Kapal Cepat Rudal 60 M milik Angkatan Laut Indonesia. Dimana garandblock tersebut adalah salah satu untuk menyempurnakan bagian keseluruhan kapal. Grandblock tersebut kemudian di angkat, di posisikan dan di gabungkan dengan bagian kapal yang lain untuk menyelesaikan pembangunan kapal tersebut. Analisa dilakukan untuk mengetahui kekuatan eyeplate tersebut pada saat crane mengangkat grandblock tersebut dan beban di tumpu oleh eye plate yang terpasang di permukaan grandblock untuk membantu proses pengangkatan grandblock. Maka untuk menghitung dan pemodelan pada software solidworks, di butuhkan data grandblock tersebut. Dibawah ini spesifikasi kapal dan block :

##### **Data Utama Kapal**

Panjang keseluruhan kapal	: 60,00M
Panjang garis air	: 55,25 M
Lebar	: 8,10 M
Tinggi	: 4,74 M
Sarat air	: 2,60 M
Vs	: 28 Knot

##### **Data Block**

Nama Block	: GT 1
Berat Block	: 35 Ton
Material	: ASTM A36



Gambar 4.1 Struktur GT 1

## 4.2 Struktur Eye Plate

Struktur eye plate yang di gunakan adalah eye plate yang sudah memiliki standart internasional. Eye plate tersebut telah memiliki type dan spesifikasi yang berbeda beda. Dalam analisa kali ini di gunakan jenis type X – 5 dengan kapasitas 5 Ton yang akan di gunakan pada pengangkatan grandblok GT 1. Untuk data Eye Plate pada lampiran.

## 4.3 Peralatan Pengangkatan

Untuk pengangkatan grandblock dibutuhkan crane. Dalam pengangkatan grandblock di PT PAL menggunakan goliath crane yang mempunyai kapsaitas 300 Ton.



Gambar 4.2 Crane PT PAL 300 Ton

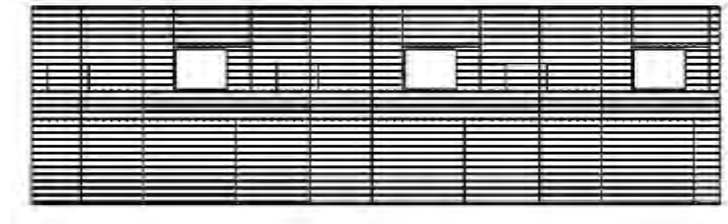
## 4.4 Pemodelan

Pembuatan struktur grandblock pada software solidworks, mulai dari hanya plate, profil, web beam dan pemasangan profil pada deck dan terakhir sampai pemasangan eye plate pada permukaan grandblock. Pemodelan ini di buat pada Software Solidworks,

#### 4.5 Pembuatan Model Grandlok

Pembuatan model grandblok pertama dengan cara di mensket di software solidworks dahulu yang telah di sesuaikan dengan ukuran yang telah ditentukan.

Sketch yang telah di buat selanjutnya akan dilakukan extrude pada sket tersebut sehingga sket dapat seperti bentuk deck dari grandblok tersebut.

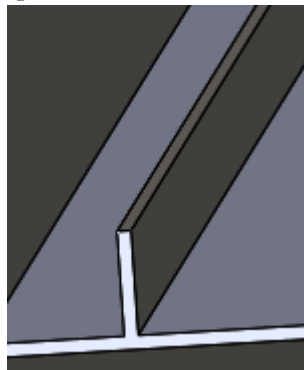


Gambar 4.3 Model sketch Extrude

#### 4.6 Pemasangan Profil

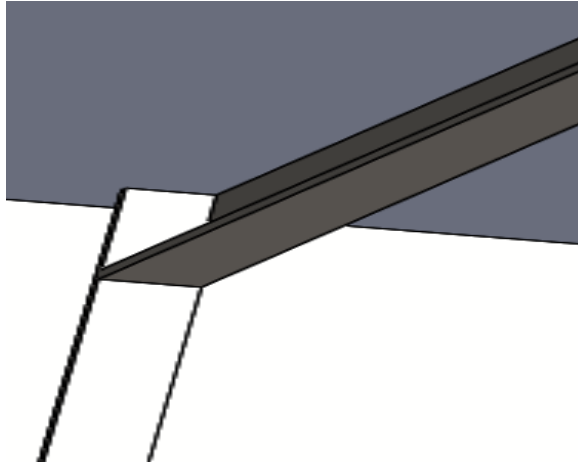
Pemasangan profil di lakukan di deck yang sudah di buat sebelumnya yang sudah memiliki ukuran tebal yang sesuai. Profil di pasang pada tepat jarak gading. Profil yang akan di pasang memiliki 2 macam tipe yaitu :

1. Web Beam atau gading besar berbentuk T yang terpasang pada tiap 3 atau 2 jarak gading pada deck pada blok GT1.



Gambar 4.4 Web Beam 3 Dimensi

2. Bulb Profil atau di sebut profil L, di pasangkan pada setiap jarak gading yang telah di setelah web beam dan menempel pada deck.



Gambar 4.5 Bulb Profil 3 Dimensi

Di setiap jarak gading yang telah di tentukan yaitu 750 mm tiap jarak gading dan menempel pada deck grandblok sebagai penguat deck.

Profil yang terpasang pada deck dan wall memiliki peran yang sangat penting untuk kekuatan grandblok tersebut. Perlu adanya penguat lagi yang di pasang secara membujur untuk memperkuat struktur grandblok pada saat di lakukan pengangkatan dan juga pada saat kapal telah selesai di bangun dan dapat di gunakan.



Gambar 4.6 Struktut Block Keseluruhan

#### 4.7 Pemasangan Eye Plate dan Finishing Model

Posisi pemasangan eye plate sebagai acuan penempelan eye plate pada tahap pemodelan di software solidworks. Eye plate dipasang diatas permukaan deck yang telah diberi penguatan web beam dan bulb profil sebelumnya. Pada tugas akhir ini, eye plate yang digunakan yaitu tipe X-5T. Berikut penjelasan dimensi dari eye plate yang digunakan:

X-5T Eye plate tipe ini memiliki 2 komponen yaitu eye plate dan bracket yang di pasang bersinggungan, memiliki ketebalan dan kapasitas yaitu 20 dan 12 mm dan 5 Ton.

Pemasangan eye plate di lakukan pada proses pemodelan pada software solidworks dan di pasangkan pada titik yang telah di tentukan yang bertepatan pada letak gading atau profil yang telah di pasang.

## 4.8 Simulasi

Proses simulasi dan analisa merupakan proses akhir dari pembuatan sebuah model pada software solidworks. Pada proses simulasi, model atau benda diuji dengan diberi beban-beban tertentu. Setelah dilakukan simulasi, dapat dilakukan proses analisa yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh grandblock dengan sistem Hbeam dapat mempengaruhi terjadinya deformasi. Berikut Tahap-tahap sebelum dilakukan :

### 4.8.1 Pemilihan Simulasi

Pertama sebelum dilakukan simulasi, melakukan pemilihan jenis tipe simulasi, yaitu static type. Static analysis tipe yaitu yang digunakan untuk menentukan dan menganalisa tress, strain, displacement dan faktor keselamatan benda pada beban static Pemilihan tersebut seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4.7 *Static Analysis Type*

### 4.8.2 Pemilihan Material

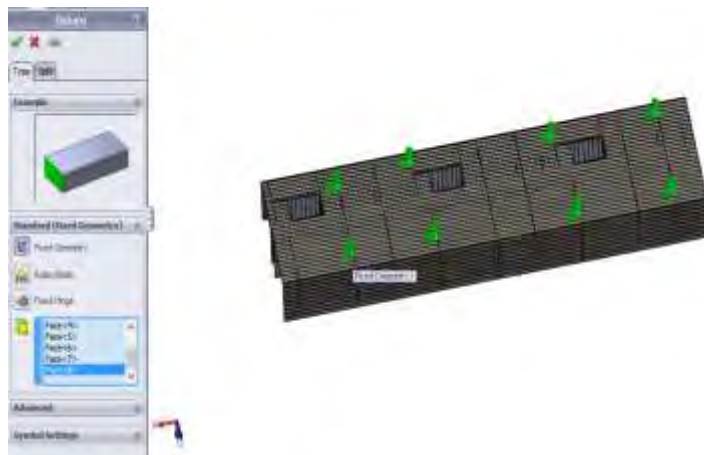
Pemilihan material dilakukan bertujuan untuk menentukan jenis material apa yang digunakan pada struktur grandblock. Pada simulasi ini, material yang digunakan di galangan kapal untuk pembuatan grandblock adalah material grade A. Material Grade A tergolong dalam mild steel. Pada software solidworks salah satu jenis material mild steel adalah ASTM A36. Material yang digunakan pada eye plate, grandblock, dan profile adalah material dengan jenis yang sama secara keseluruhan.. Adapun rincian properties dari material yang digunakan yaitu :

Property	Value	Units
Elastic Modulus	2e+011	N/m <sup>2</sup>
Poissons Ratio	0.26	N/A
Shear Modulus	7.93e+010	N/m <sup>2</sup>
Density	7850	kg/m <sup>3</sup>
Tensile Strength	400000000	N/m <sup>2</sup>
Compressive Strength in X		N/m <sup>2</sup>
Yield Strength	250000000	N/m <sup>2</sup>
Thermal Expansion Coefficient in X		/K
Thermal Conductivity in X		W/(m·K)

Tabel 1 Properties ASTM A36

#### 4.8.3 Penentuan Letak Fixed Geometry

Penentuan letak fixed atau yang tetap adalah berdasarkan bagian mana dari struktur model yang akan disimulasi, yang fixed. Fixed geometry berfungsi sebagai penentuan letak tumpuan beban. Pada simulasi ini, letak fixed geometry terletak pada eye plate.

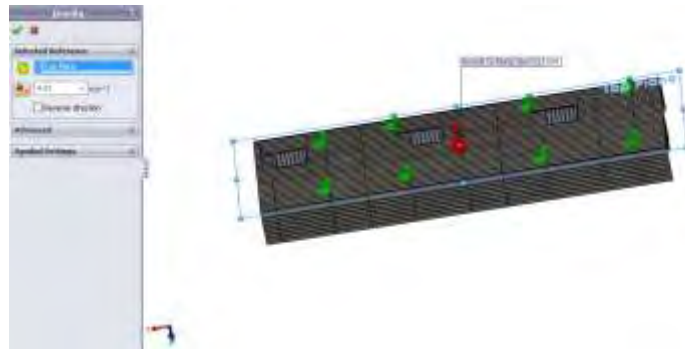


Gambar 4.8 Fixed Geometry

#### 4.8.4 Penentuan Letak Geometry

Geometry merupakan pemberian beban dan gaya sesuai yang ditentukan. Pada simulasi kali ini, Geometry yang digunakan adalah gravitasi 9,81 m/s<sup>2</sup>. Karena benda yang disimulasikan, diangkat dengan crane maka benda menerima beban gravitasi sebesar berat block tersebut kebawah.





Gambar 4.9 Gravity

#### 4.8.5 Mesh and Run

Meshing adalah proses pembagian geometri kedalam entity yang relative kecil dan sederhana yang akan dilakukan pengujian kekuatan.

Running model merupakan simulasi dari pemodelan sebelumnya pada software solidworks. Running bertujuan agar dapat mengetahui hasil akhir dari simulasi yaitu Tegangan, Displacement, dan Regangan.



Gambar 4.10 Mesh and Run

#### 4.9 Hasil Simulasi

Pada proses simulasi di lakukan 2 simulasi. Simulasi pertama menggunakan sistem *Hbeam* yang di bagi lagi menjadi 8 simulasi yaitu setiap titik *eyeplate* dan simulasi kedua yang di bagi lagi menjadi 8 simulasi yaitu pada setiap titik *eyeplate* yang menggunakan sistem tanpa menggunakan *Hbeam*. Simulasi yang di lakukan adalah pengangkatan *grandblock*, maka akan menerima gaya gravitasi dan nilai pembebanan adalah berat dari *grandblock* itu sendiri yang mempunyai berat 35 ton yang merupakan beban statis. Untuk simulasi pertama dengan sistem pengangkatan menggunakan *HBeam* yang di bagi menjadi 8 titik yaitu A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8

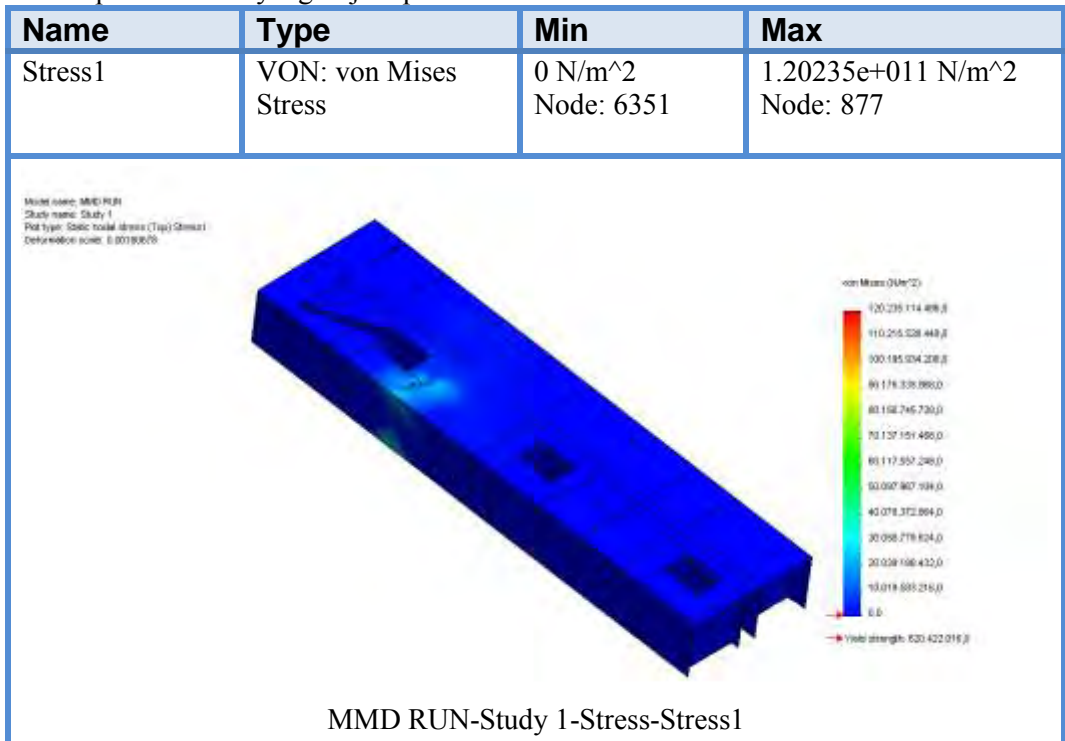
##### 4.9.1 Simulasi Dengan Sistem H Beam

Setelah dilakukan simulasi berikut adalah hasil dari simulasi tanpa Sistem H Beam pada 8 titik eye plate pada *grandblock* yaitu A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8 :

##### 1. Simulasi dengan sistem H Beam pada titik A1

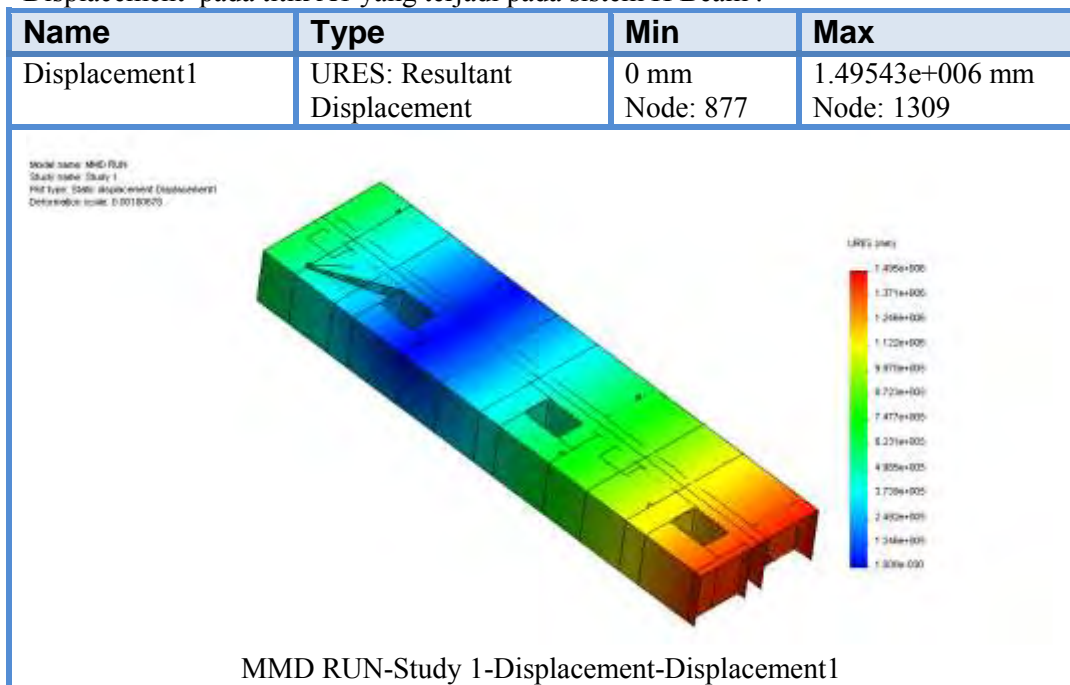
Untuk hasil simulasi titik A1 di dapatkan nilai *stress* 1.20235 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 1.49543 mm, *strain* 29.0464 dan *factor of safety* 5,16. Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

Stress pada titik A1 yang terjadi pada sistem H Beam



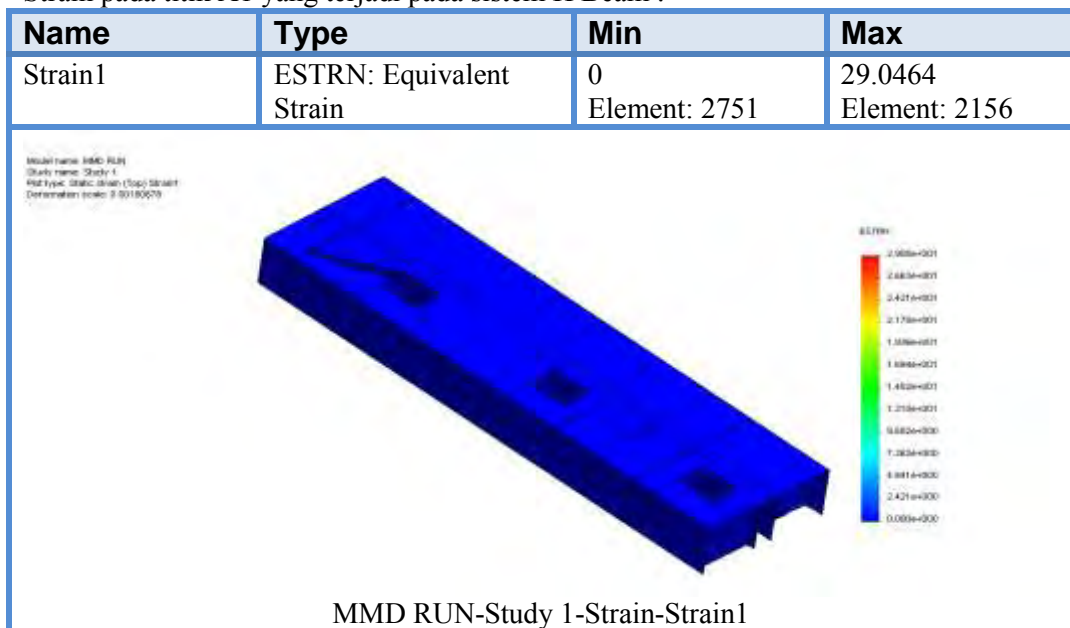
Gambar 4.11 Stress pada Titik A1 Sistem Hbea

Displacement pada titik A1 yang terjadi pada sistem H Beam :



Gambar 4.12 Displacement pada Titik A1 Sistem HBeam

Strain pada titik A1 yang terjadi pada sistem H Beam :

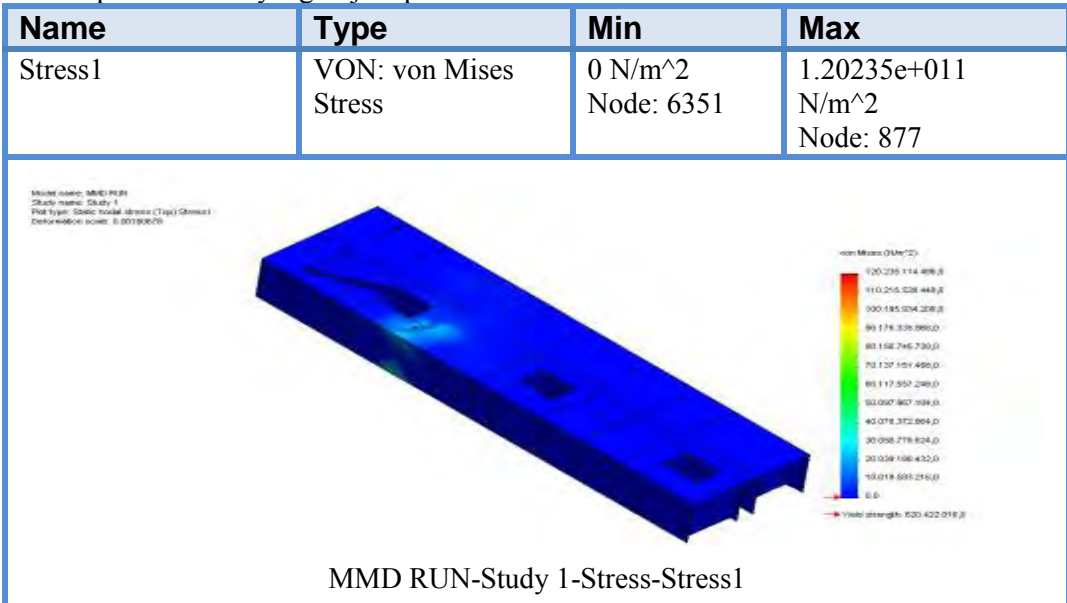


Gambar 4.13 Strain pada Titik A1 Sistem HBeam

## 2. Simulasi dengan sistem H Beam pada titik A2

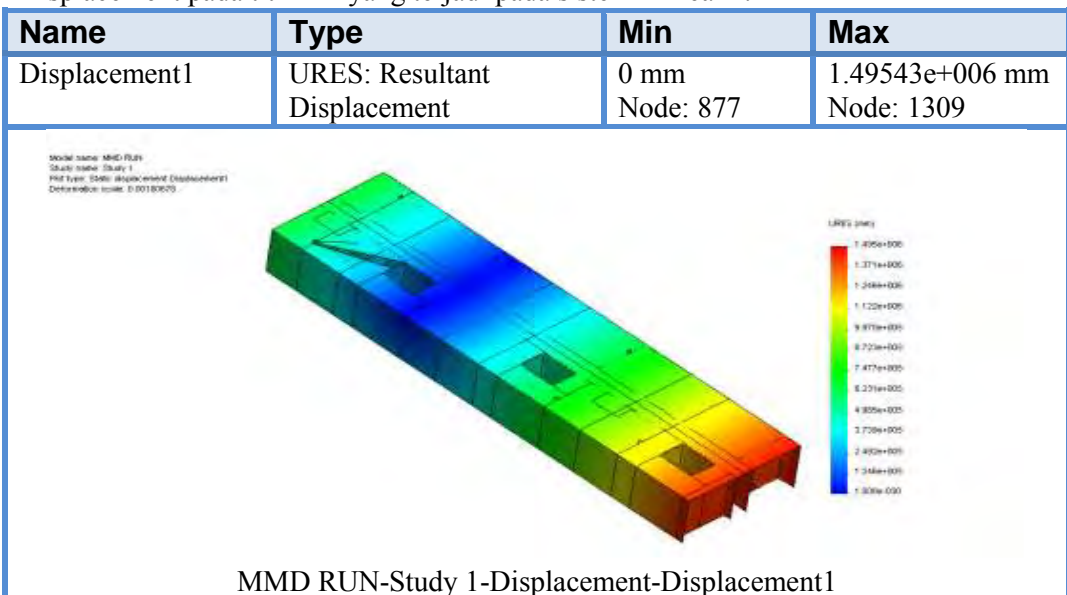
Untuk hasil simulasi titik A2 di dapatkan nilai *stress* 1.20235 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 1.49543 mm, *strain* 20.1367 dan *factor of safety* 5,16. Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

Stress pada titik A2 yang terjadi pada sistem H Beam :



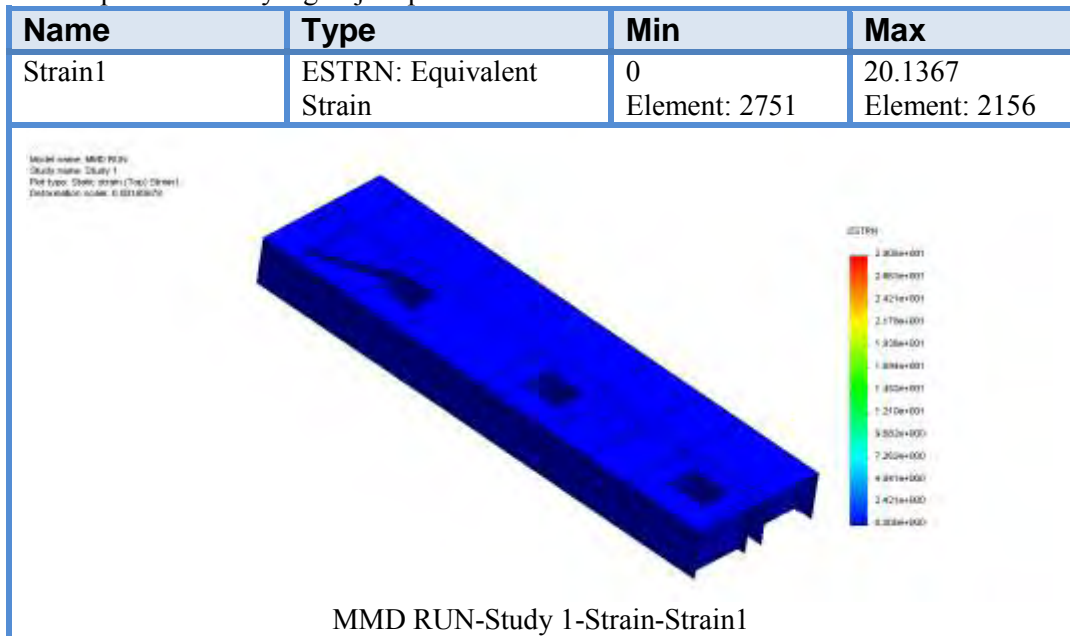
Gambar 4.14 Stress pada Titik A2 Sistem HBeam

Displacement pada titik A2 yang terjadi pada sistem H Beam :



Gambar 4.15 Displacement pada Titik A2 Sistem HBeam

Strain pada titik A2 yang terjadi pada sistem H Beam :



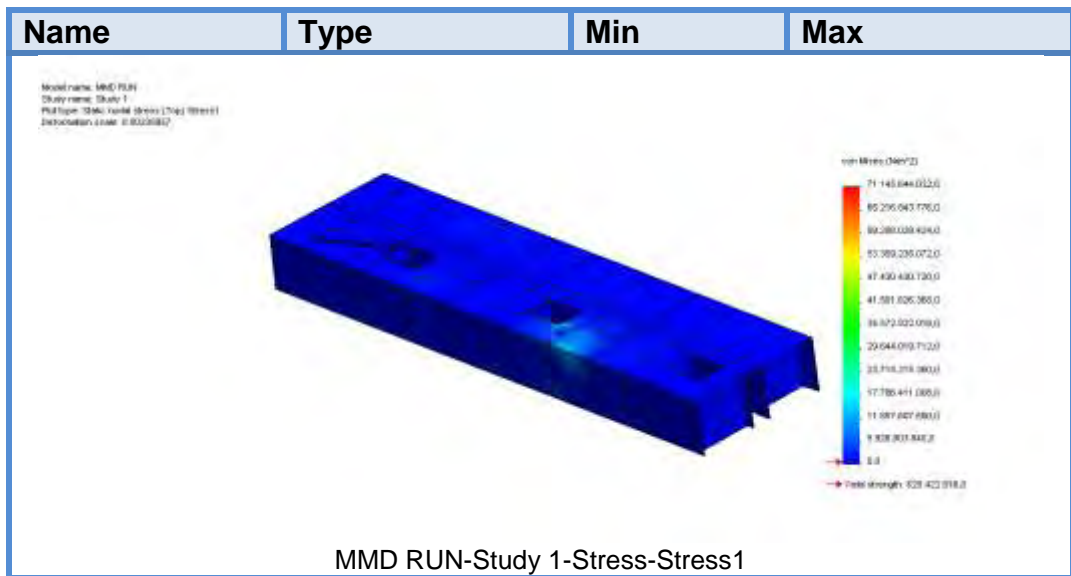
Gambar 4.16 Stain pada Titik A2 Sistem HBeam

### 3. Simulasi dengan sistem H Beam pada titik A3

Untuk hasil simulasi titik A3 di dapatkan nilai *stress* 1.11456 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 1.14638 mm, *strain* 19.1894 dan *factor of safety* 8,72. Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

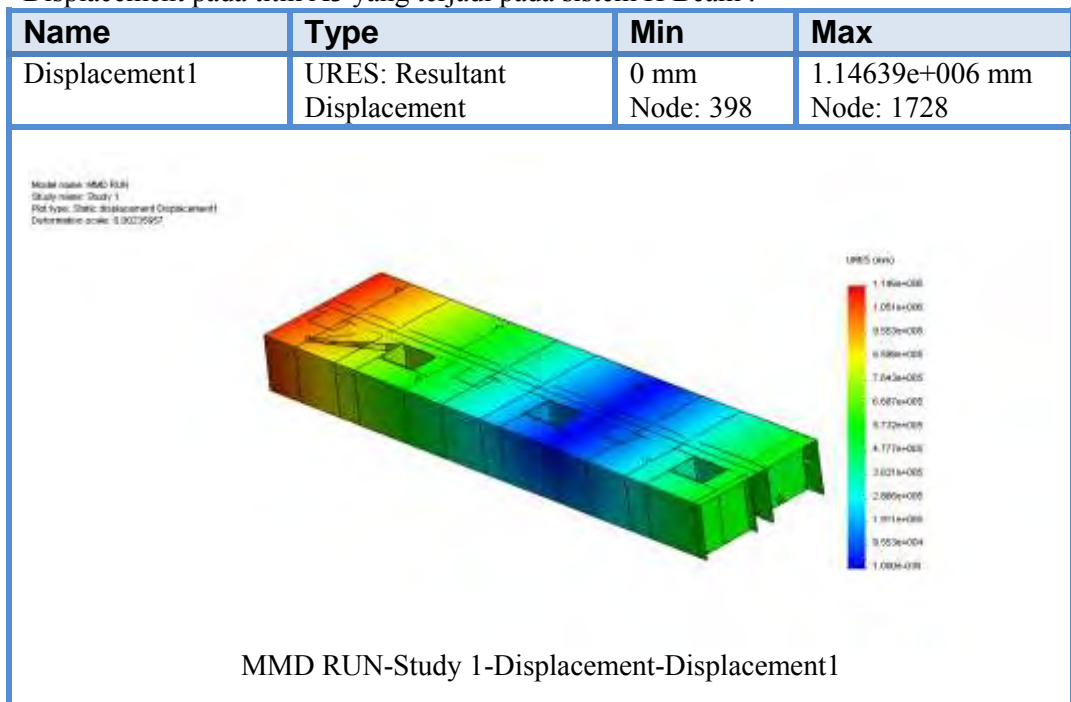
Stress pada titik A3 yang terjadi pada sistem H Beam :

Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	0 N/m <sup>2</sup> Node: 6322	1.11456e+010 N/m <sup>2</sup> Node: 399



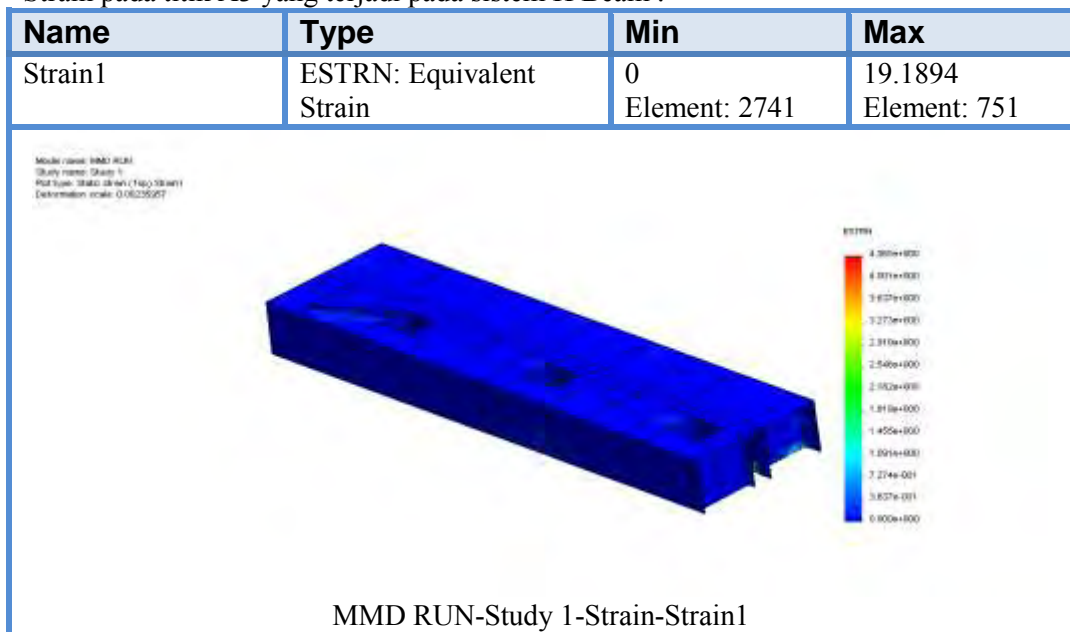
Gambar 4.17 Stress pada Titik A3 Sistem HBeam

Displacement pada titik A3 yang terjadi pada sistem H Beam :



Gambar 4.18 Displacement pada Titik A3 Sistem HBeam

Strain pada titik A3 yang terjadi pada sistem H Beam :



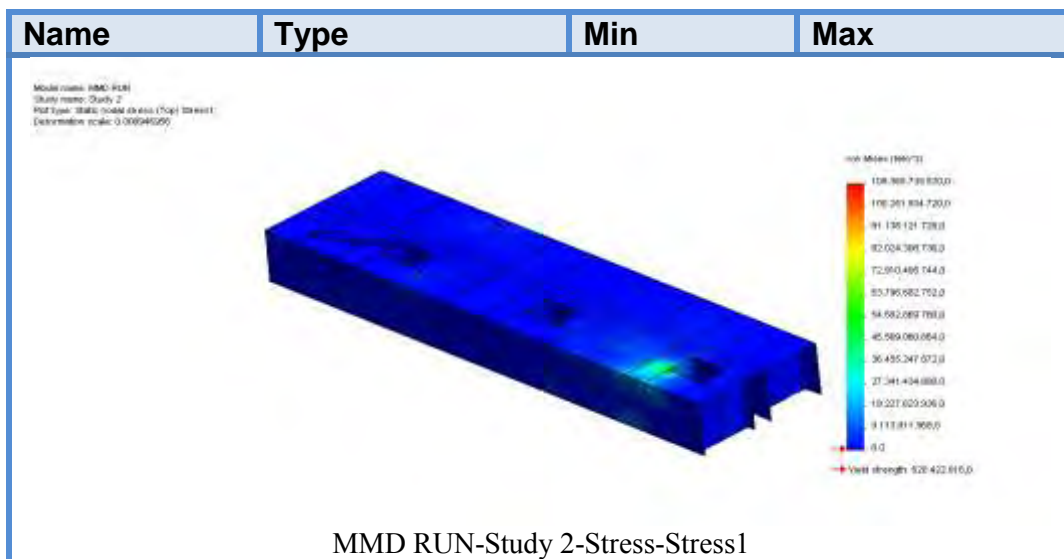
Gambar 4.19 Strain pada Titik A3 Sistem HBeam

#### 4. Simulasi dengan sistem H Beam pada titik A4

Untuk hasil simulasi titik A4 di dapatkan nilai *stress* 1.09366 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 2.89256 mm, *strain* 42.0171 dan *factor of safety* 5,67. Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

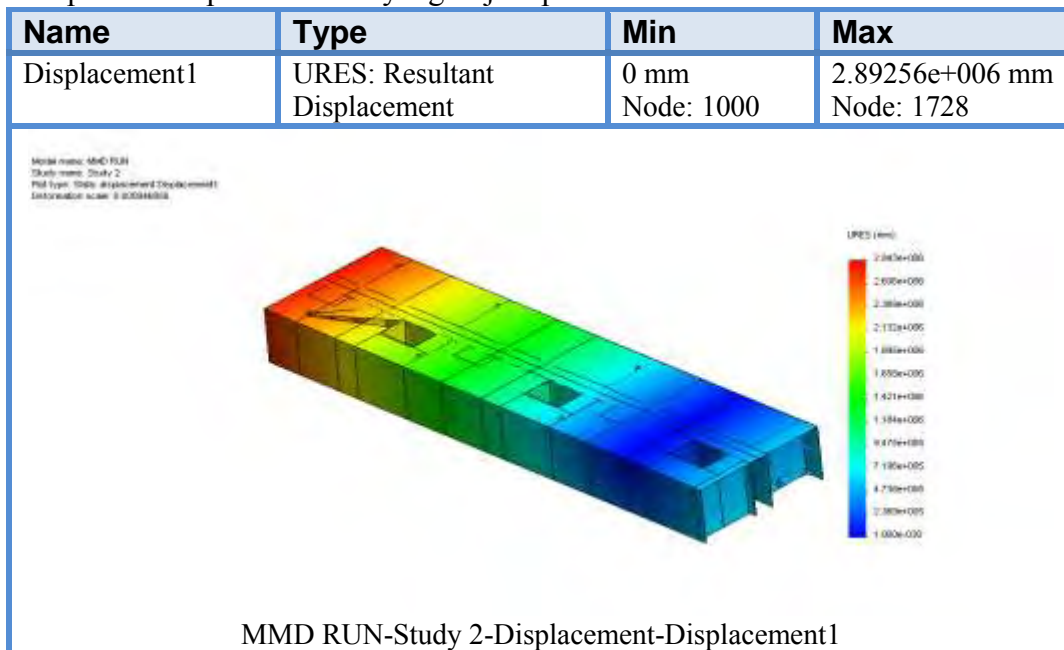
Strees pada titik A4 yang terjadi pada sistem H Beam :

Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	0 N/m <sup>2</sup> Node: 6306	1.09366e+011 N/m <sup>2</sup> Node: 1001



Gambar 4.20 Stress pada Titik A4 Sistem HBeam

Displacement pada titik A4 yang terjadi pada sistem H Beam :



Gambar 4.21 Displacement pada Titik A4 Sistem HBeam

Strain pada titik A4 yang terjadi pada sistem H Beam :

Name	Type	Min	Max
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	0 Element: 2735	42.0171 Element: 1356



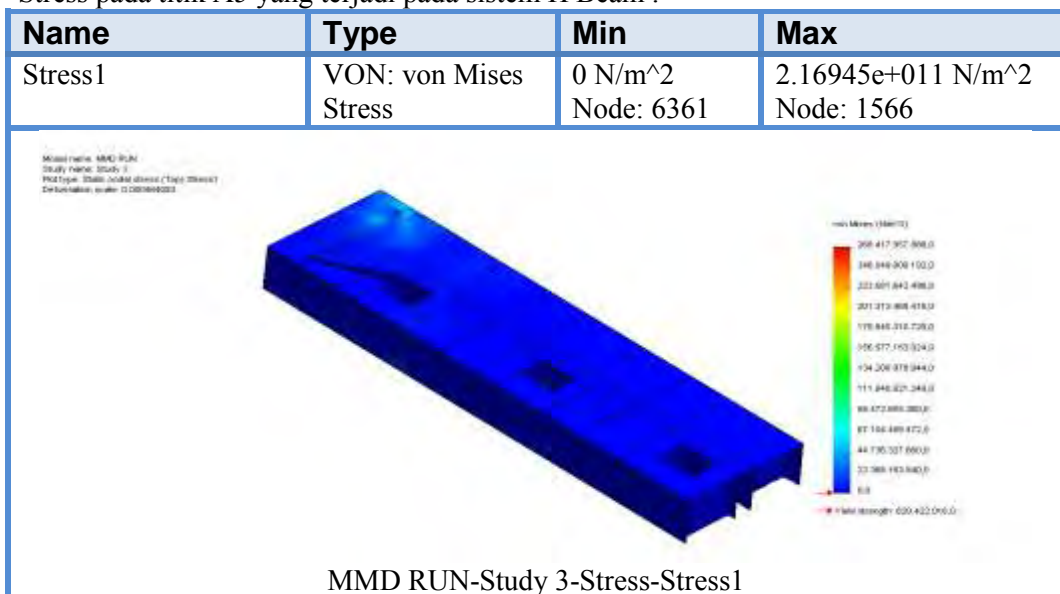


Gambar 4.22 Strain pada Titik A4 Sistem HBeam

### 5. Simulasi dengan sistem H Beam pada titik A5

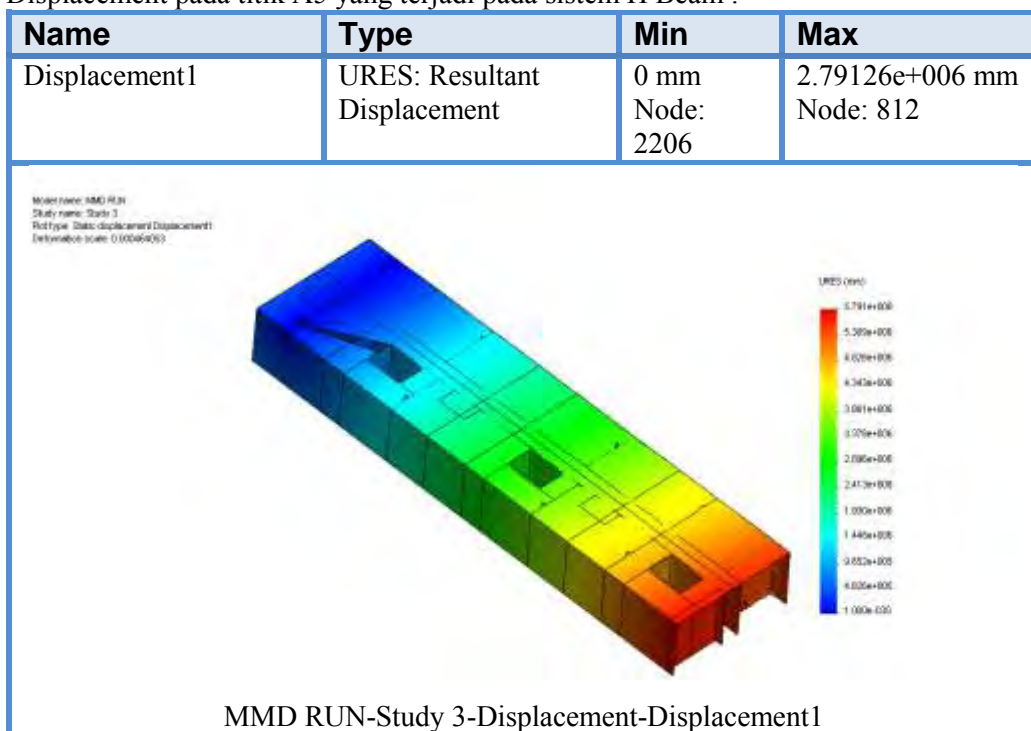
Untuk hasil simulasi titik A5 di dapatkan nilai *stress*  $2.16945 \text{ N/m}^2$ , *displacement*  $2.79126 \text{ mm}$ , *strain*  $31.7611$  dan *factor of safety*  $2,31$ . Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

Stress pada titik A5 yang terjadi pada sistem H Beam :



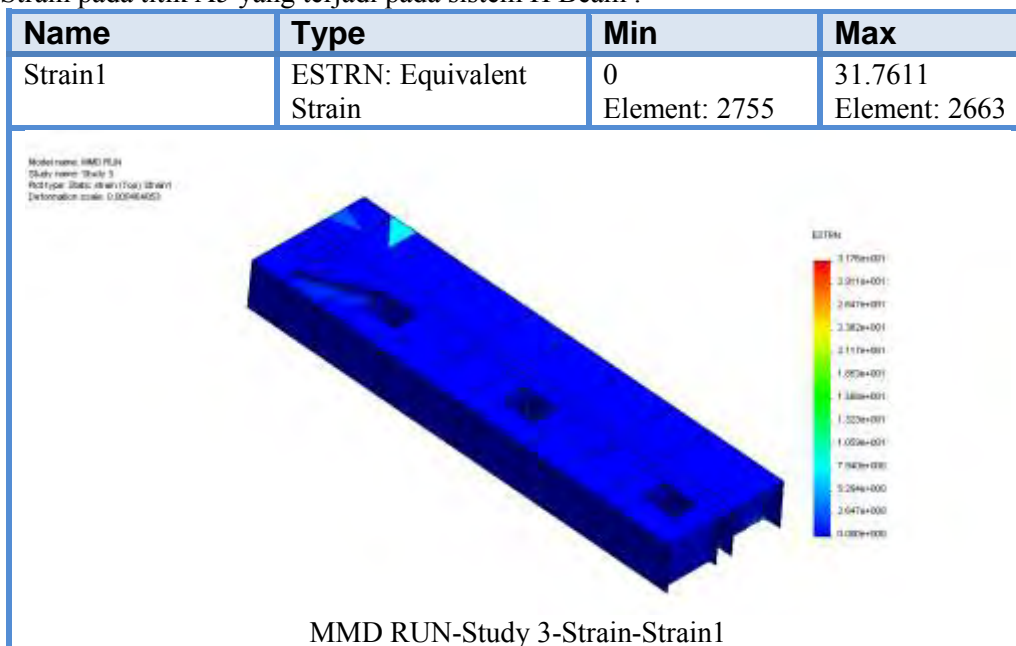
Gambar 4.23 Stress pada Titik A5 Sistem HBeam

Displacement pada titik A5 yang terjadi pada sistem H Beam :



Gambar 4.24 Displacement pada Titik A5 Sistem HBeam

Strain pada titik A5 yang terjadi pada sistem H Beam :

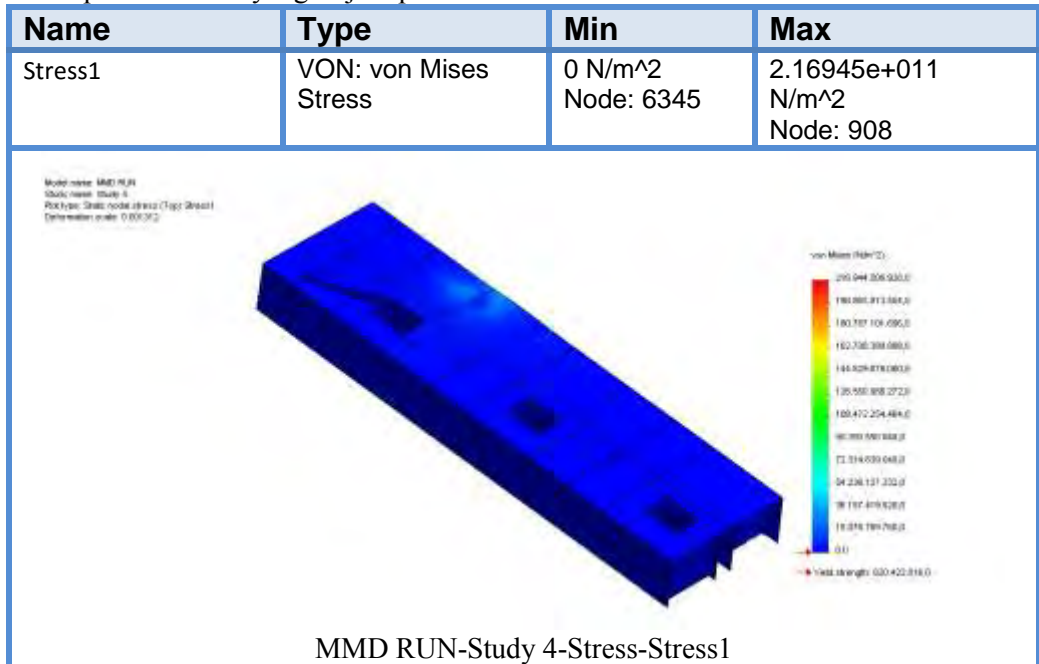


Gambar 4.25 Strain pada Titik A5 Sistem HBeam

## 6. Simulasi dengan sistem H Beam pada titik A6

Untuk hasil simulasi titik A6 di dapatkan nilai *stress* 2.16945 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 2.05815 mm, *strain* 24.5631 dan factor of safety 2,86. Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

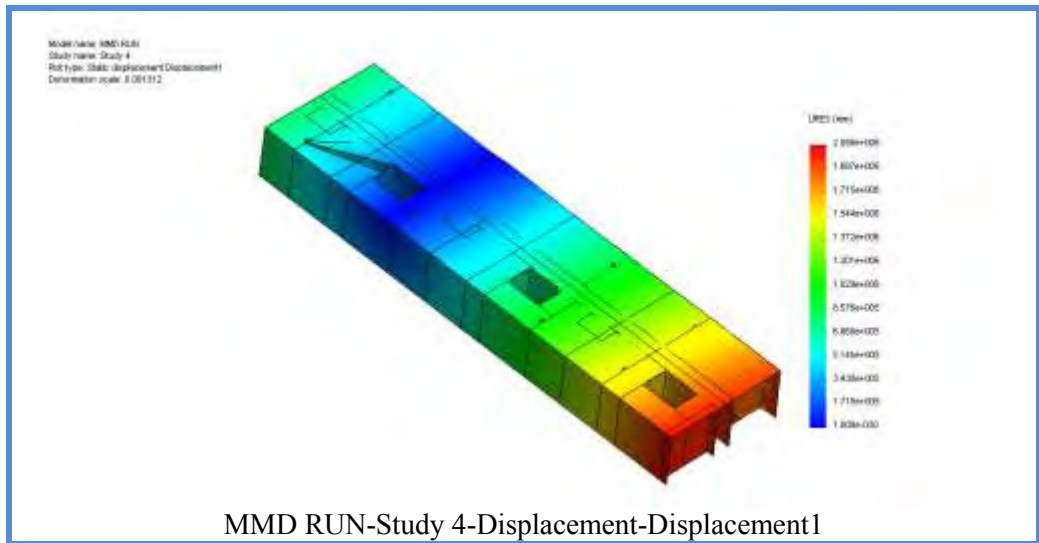
Stress pada titik A6 yang terjadi pada sisitem H Beam :



Gambar 4.26 Stress pada Titik A6 Sistem HBeam

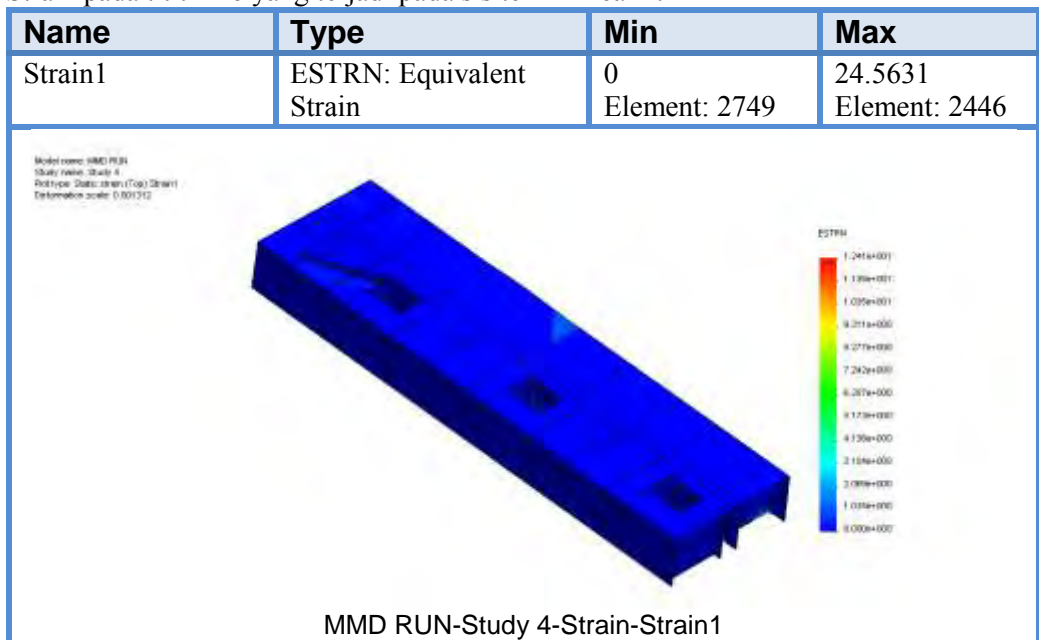
Displacement pada titik A6 yang terjadi pada sisitem H Beam :

Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 906	2.05815e+006 mm Node: 812



Gambar 4.27 Displacement pada Titik A7 Sistem HBeam

Strain pada titik A6 yang terjadi pada sisitem H Beam :

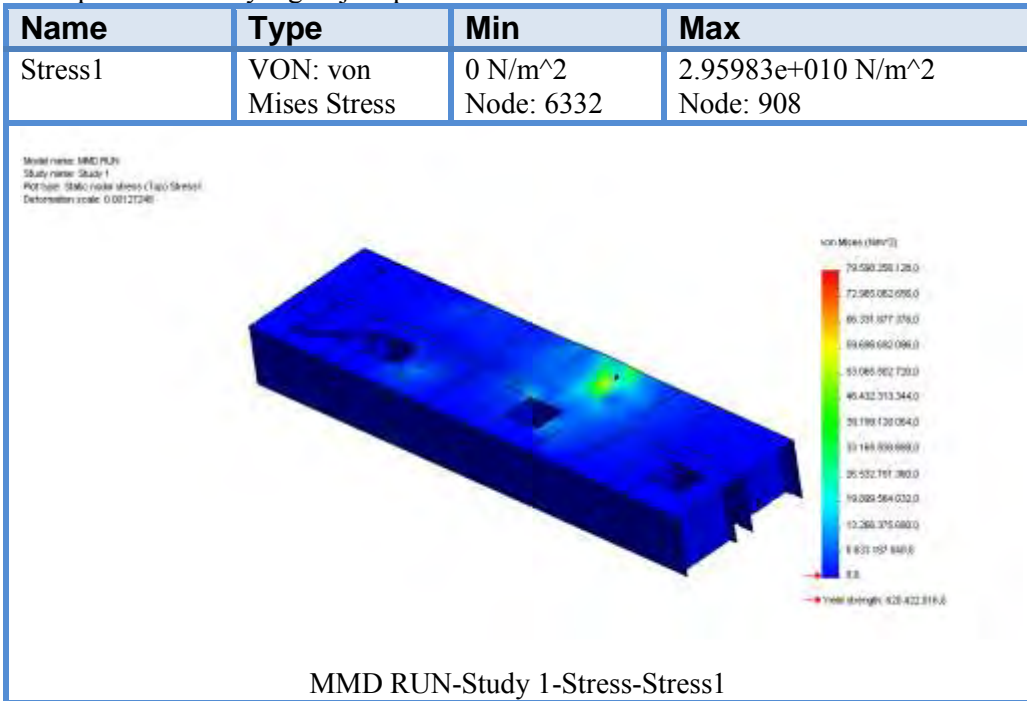


Gambar 4.28 Strain pada Titik A6 Sistem HBeam

### 7. Simulasi dengan sistem H Beam pada titik A7

Untuk hasil simulasi titik A7 di dapatkan nilai *stress* 2.95983 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 2.12239 mm, *strain* 23.6341 dan *factor of safety* 7,79. Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

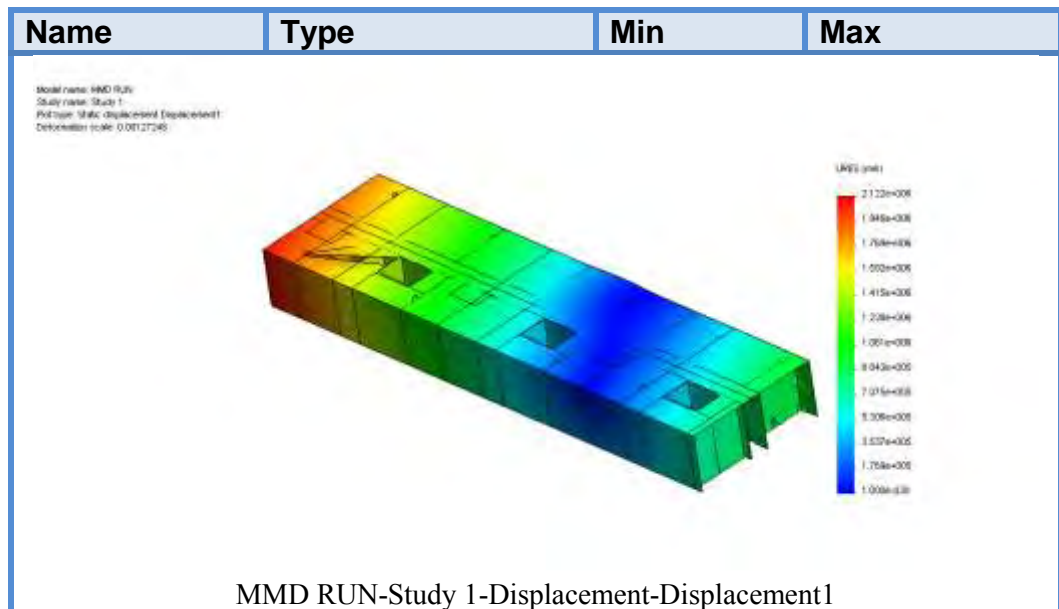
Stress pada titik A7 yang terjadi pada sisitem H Beam :



Gambar 4.29 Stress pada Titik A7 Sistem HBeam

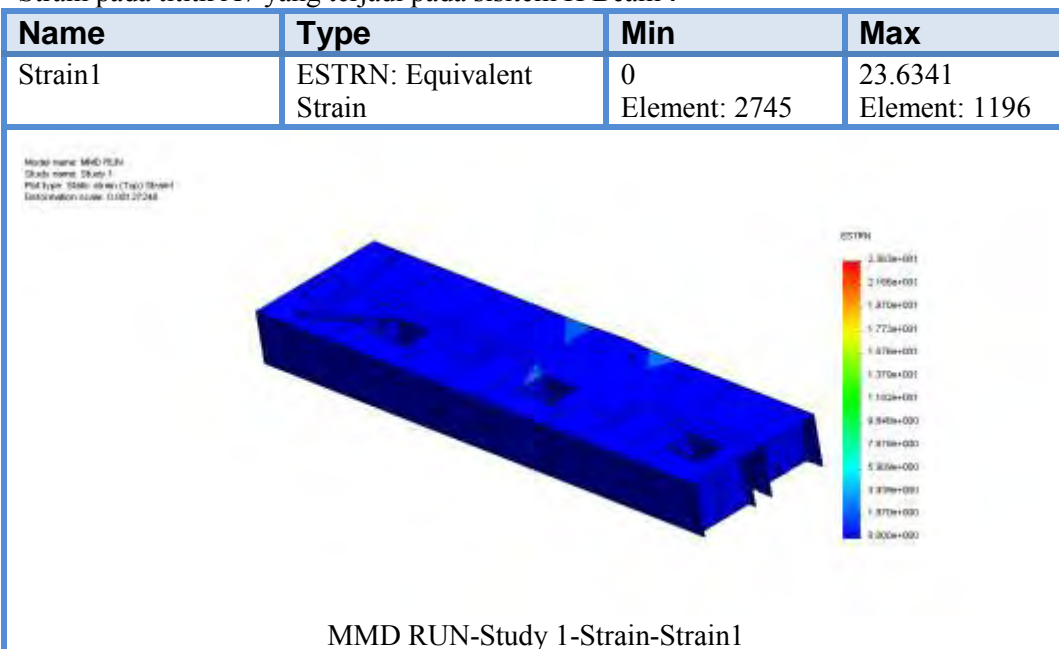
Displacement pada titik A7 yang terjadi pada sisitem H Beam :

Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 6332	2.12239e+006 mm Node: 795



Gambar 4.30 Displacement pada Titik A7 Sistem HBeam

Strain pada titik A7 yang terjadi pada sisitem H Beam :

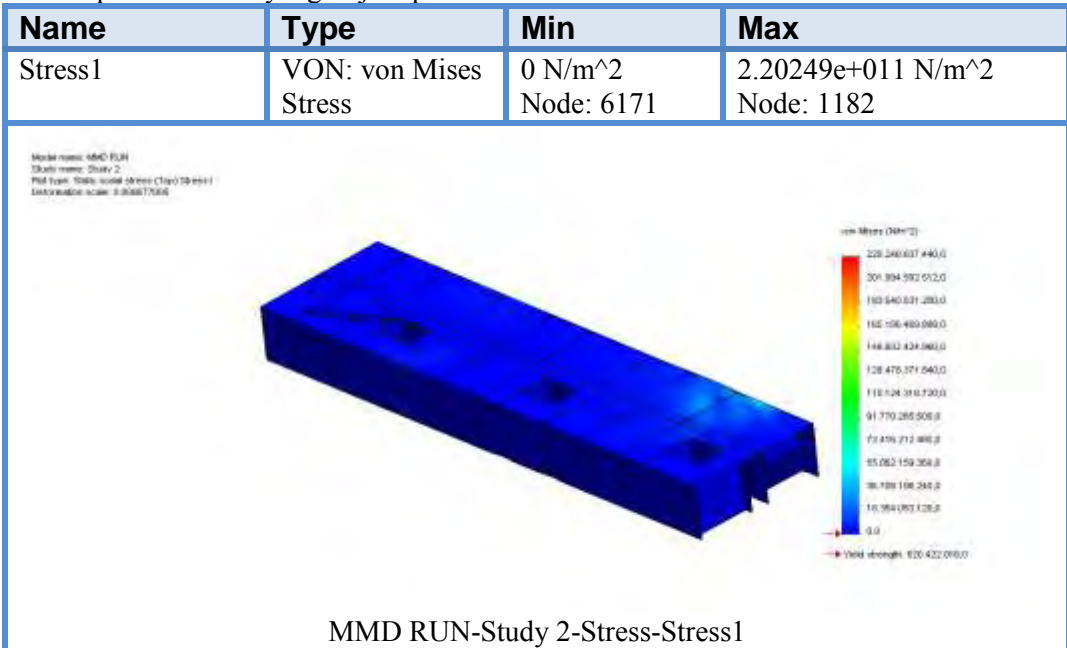


Gambar 4.31 Strain pada Titik A7 Sistem HBeam

### 8. Simulasi dengan sistem H Beam pada titik A8

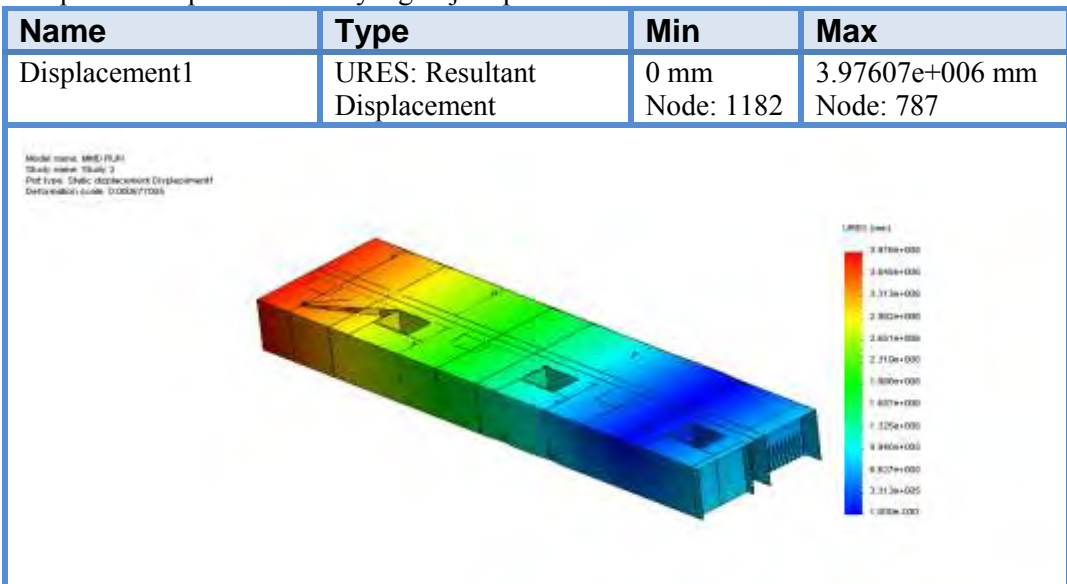
Untuk hasil simulasi titik A8 di dapatkan nilai *stress* 2.20249 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 3.97607 mm, *strain* 37.9332 dan *factor of safety* 2,82. Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

Stress pada titik A8 yang terjadi pada sisitem H Beam :



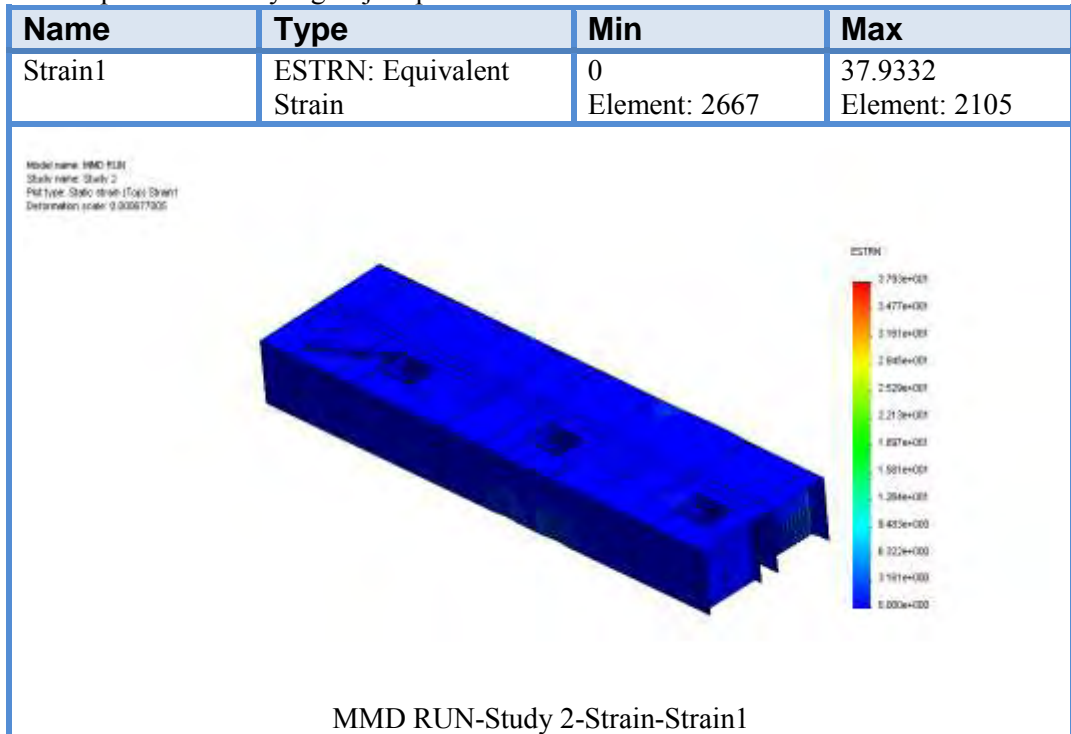
Gambar 4.31 Strain pada Titik A7 Sistem HBeam

Displacement pada titik A8 yang terjadi pada sisitem H Beam :



Name	Type	Min	Max
MMD RUN-Study 2-Displacement-Displacement1			
Gambar 4.33 Displacement pada Titik A8 Sistem HBeam			

Strain pada titik A8 yang terjadi pada sisitem H Beam :



Gambar 4.34 Strain pada Titik A8 Sistem HBeam

#### 4.9.2 Hasil Simulasi Tanpa Sistem H Beam

Setelah dilakukan simulasi yang pertama dengan sistem H Beam, berikut adalah hasil dari simulasi tanpa Sistem H Beam pada 8 titik eye plate pada grandblock yaitu B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8 :

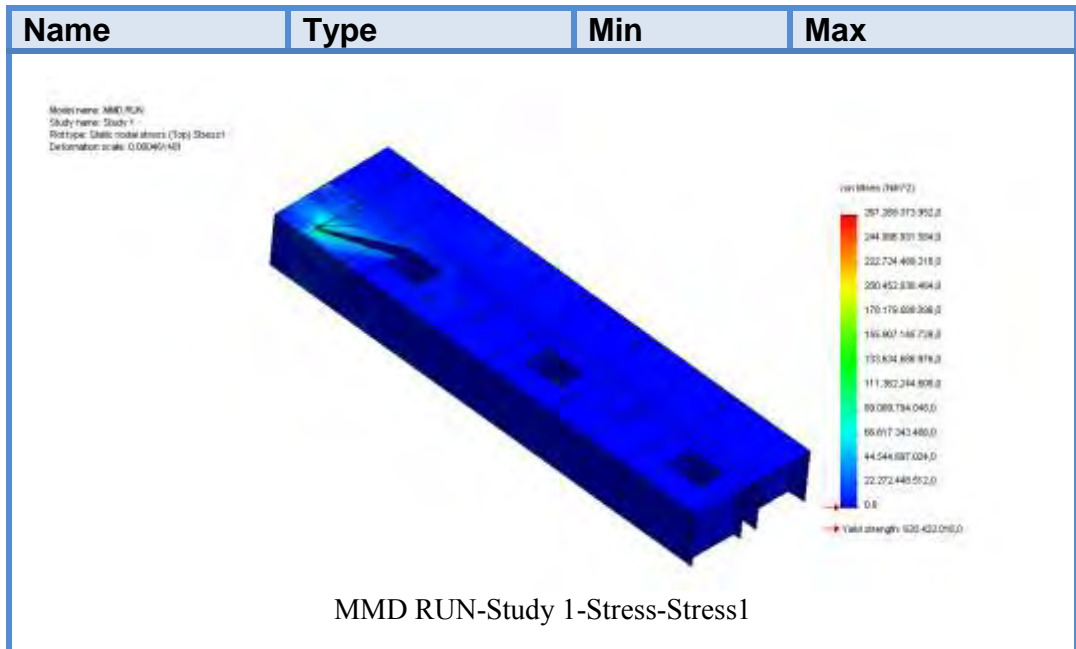
##### 1. Simulasi dengan sistem tanpa H Beam pada titik B1

Untuk hasil simulasi titik B1 di dapatkan nilai *stress* 6.67269 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 5.02463 mm, *strain* 70.9178 dan *factor of safety* 2,32. Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

Strees pada titik B1 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :

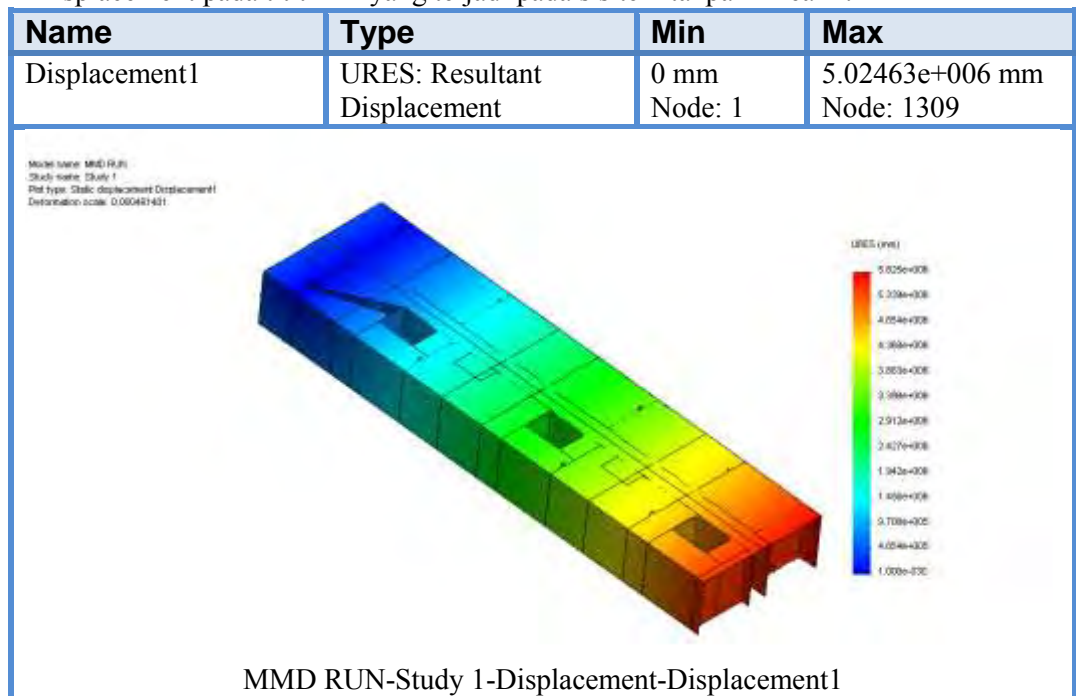
Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	0 N/m <sup>2</sup> Node: 1	6.67269e+011 N/m <sup>2</sup> Node: 1654





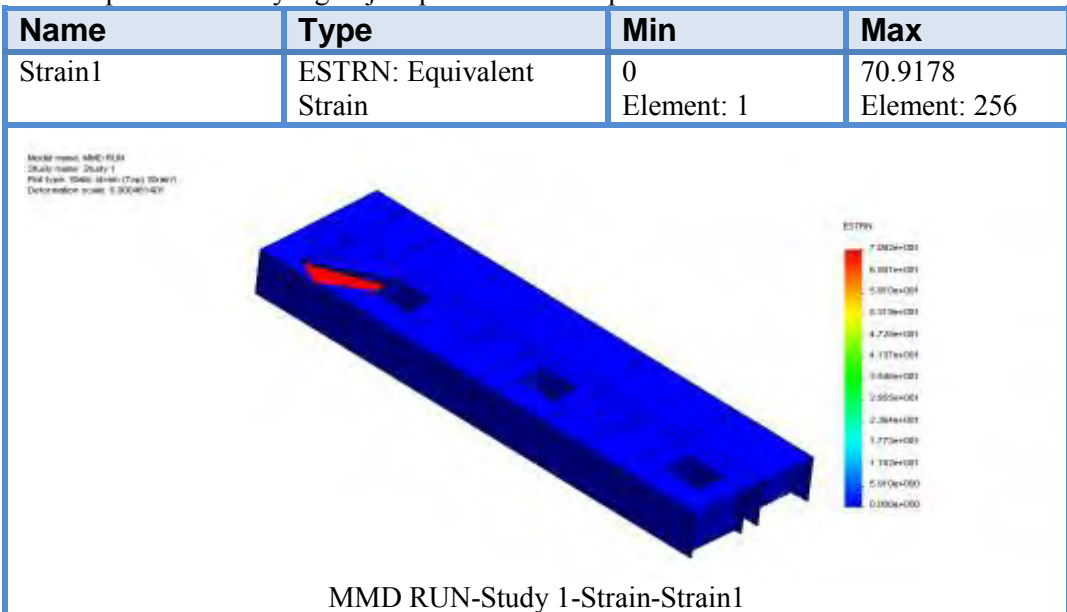
Gambar 4.35 Stress pada Titik B1 Sistem tanpa HBeam

Displacement pada titik B1 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :



Gambar 4.36 Displacement pada Titik B1 Sistem tanpa HBeam

Strain pada titik B1 yang terjadi pada sistem tanpa H Beam :

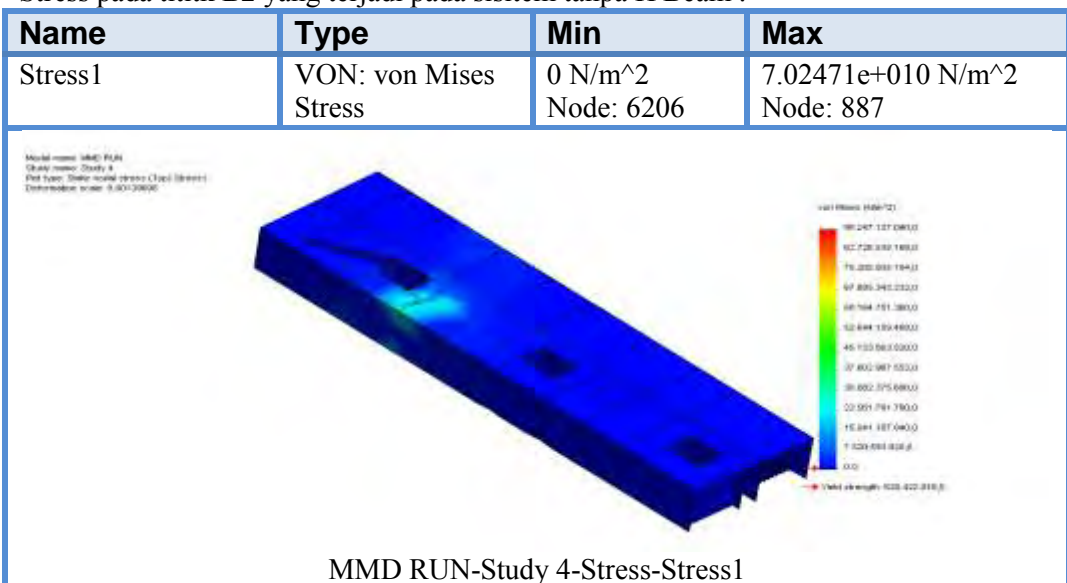


Gambar 4.37 Strain pada Titik B1 Sistem tanpa HBeam

## 2. Simulasi dengan sistem tanpa H Beam pada titik B2

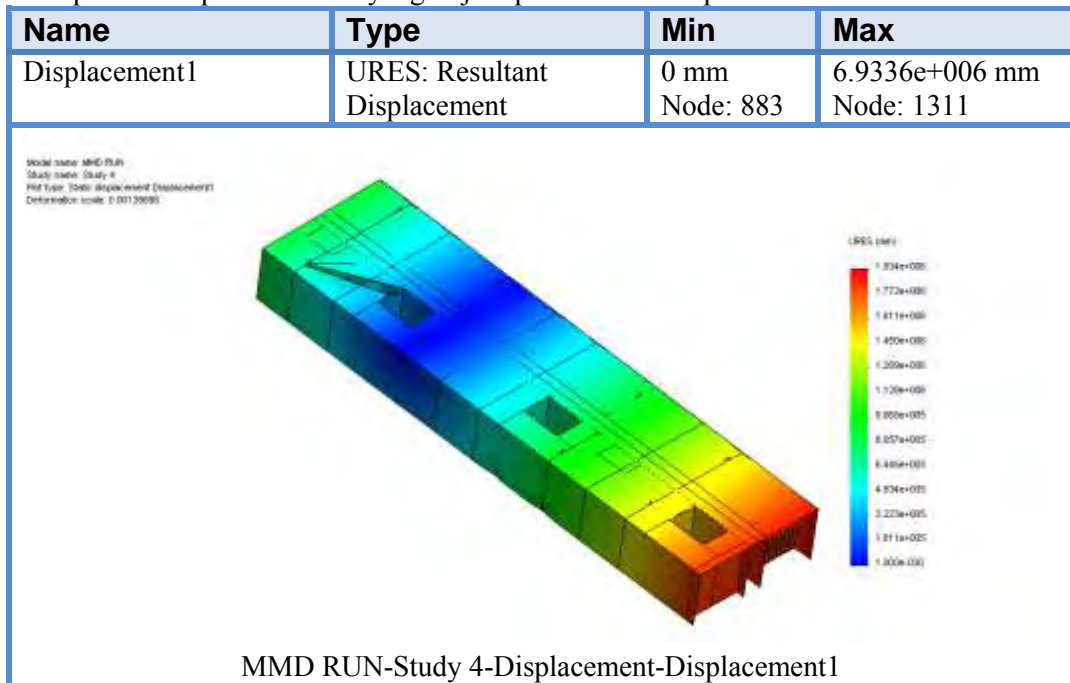
Untuk hasil simulasi titik B2 di dapatkan nilai *stress* 7.02471 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 6.9339 mm, strain 31.2007 dan *factor of safety* 6,87. Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

Stress pada titik B2 yang terjadi pada sistem tanpa H Beam :



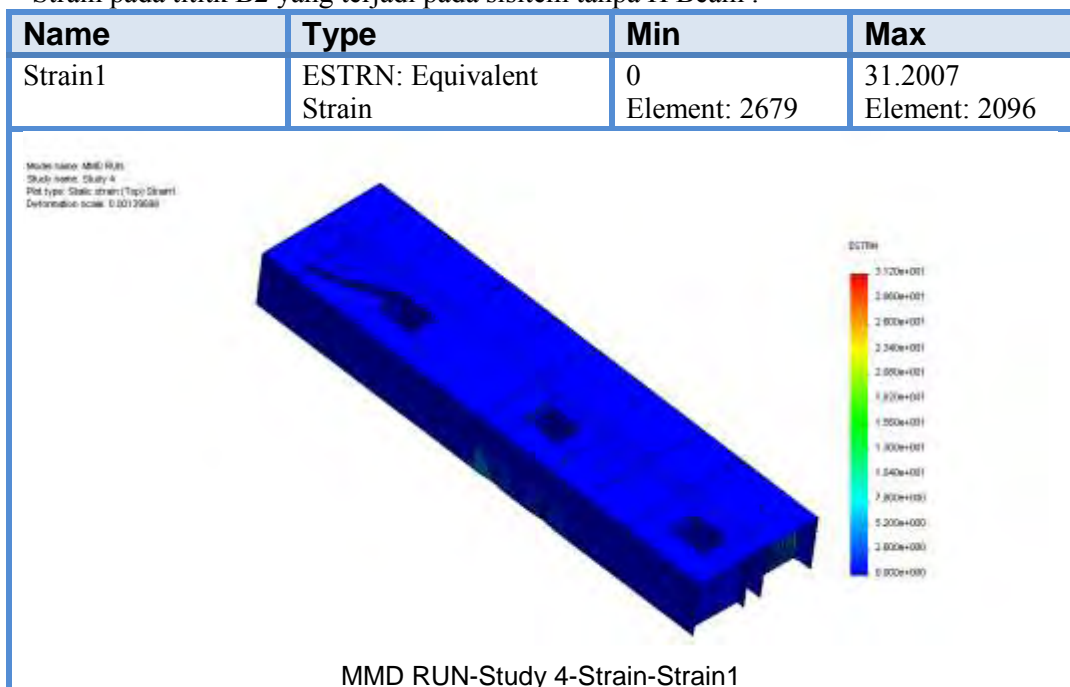
Gambar 4.38 Stress pada Titik B2 Sistem tanpa HBeam

Displacement pada titik B2 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :



Gambar 4.39 Displacement pada Titik B2 Sistem tanpa HBeam

Strain pada titik B2 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :

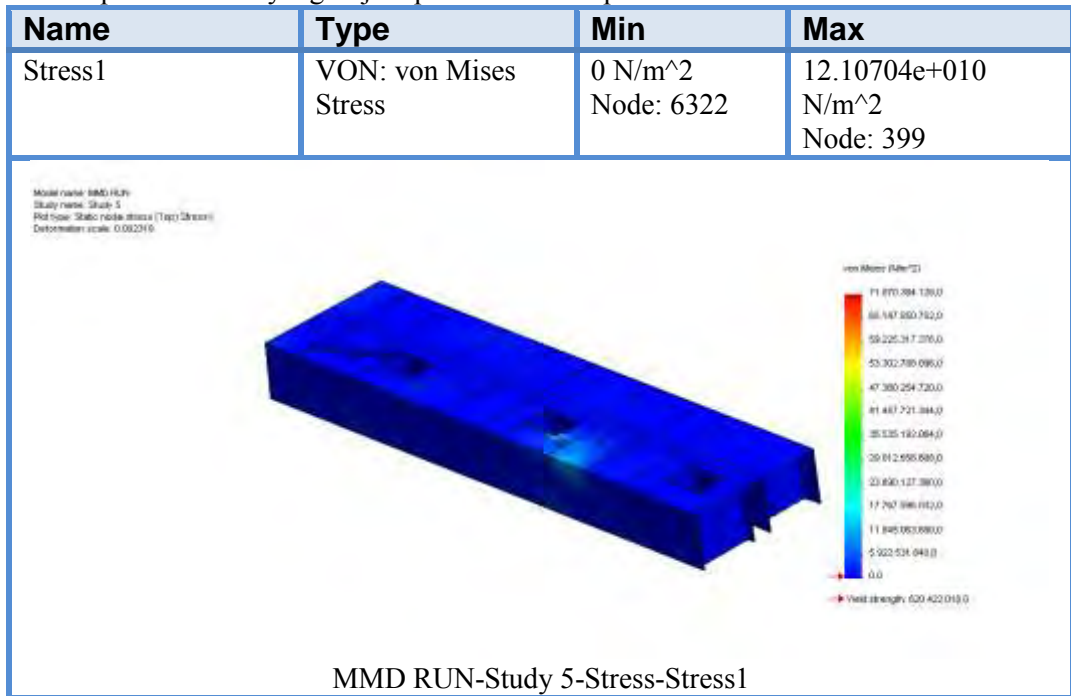


Gambar 4.40 Strain pada Titik B2 Sistem tanpa HBeam

### 3. Simulasi dengan sistem tanpa H Beam pada titik B3

Untuk hasil simulasi titik B3 di dapatkan nilai *stress* 12.10704 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 7.11677 mm, *strain* 25.6786 dan *factor of safety* 8,72. Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

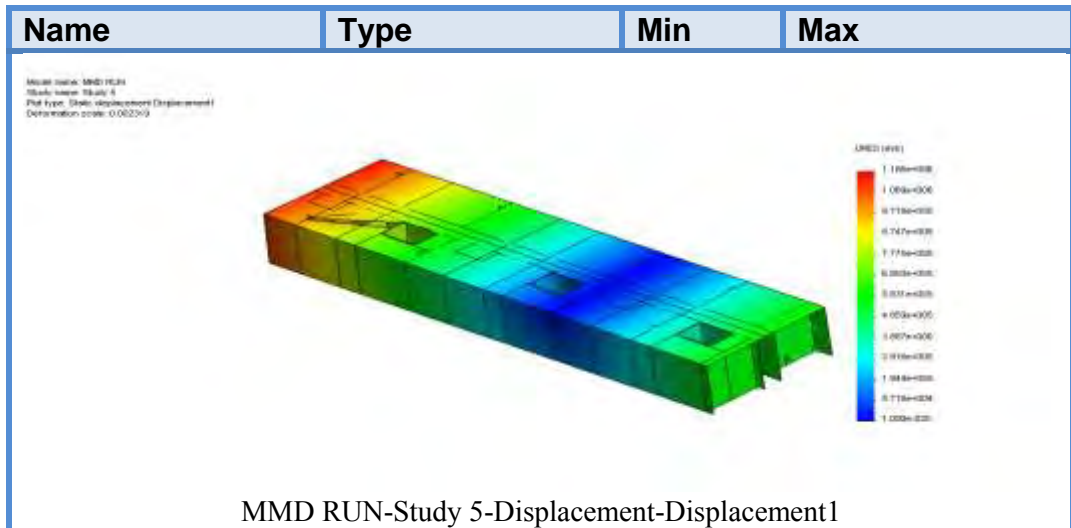
Stress pada titik B3 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :



Gambar 4.41 Stress pada Titik B3 Sistem tanpa HBeam

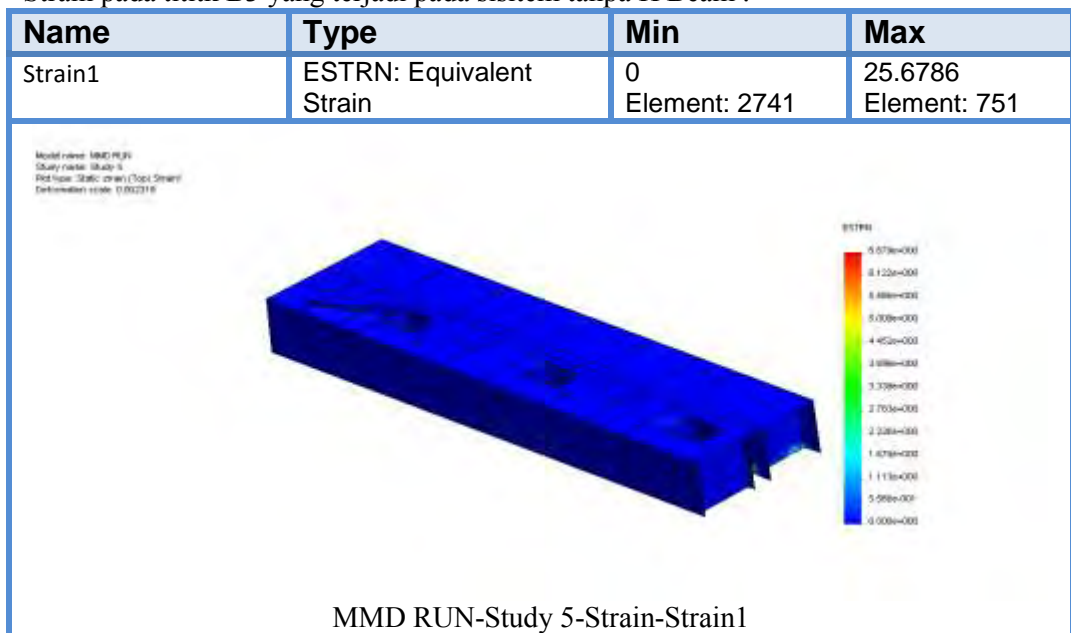
Displacement pada titik B3 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :

Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 398	7.11677e+006 mm Node: 1728



Gambar 4.42 Displacement pada Titik B3 Sistem tanpa HBeam

Strain pada titik B3 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :

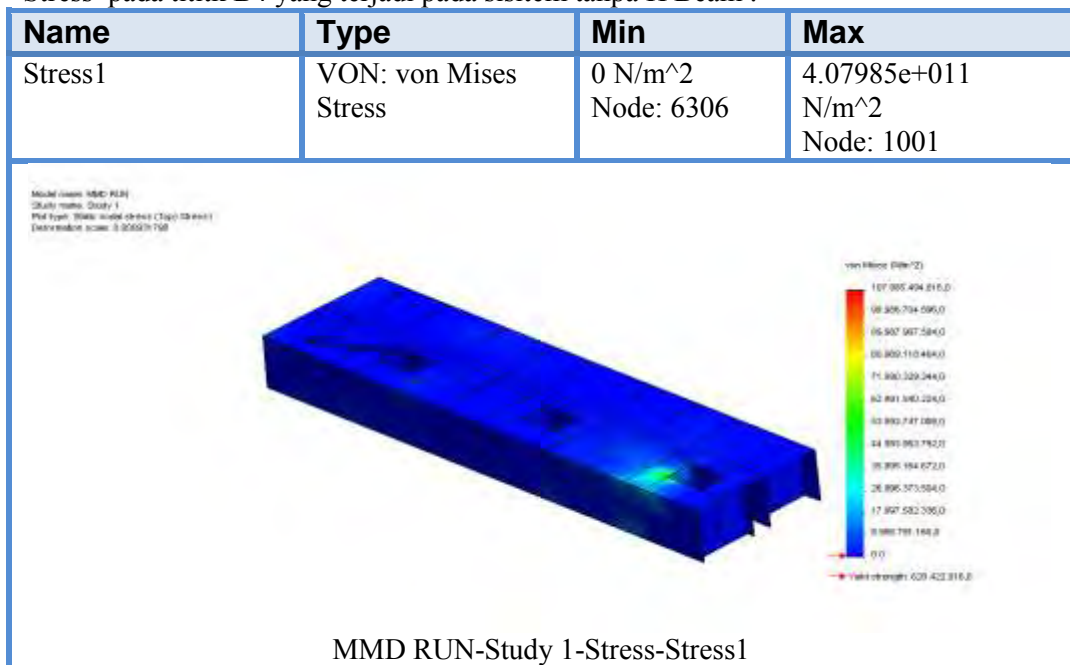


Gambar 4.43 Strain pada Titik B3 Sistem tanpa HBeam

#### 4. Simulasi dengan sistem tanpa H Beam pada titik B4

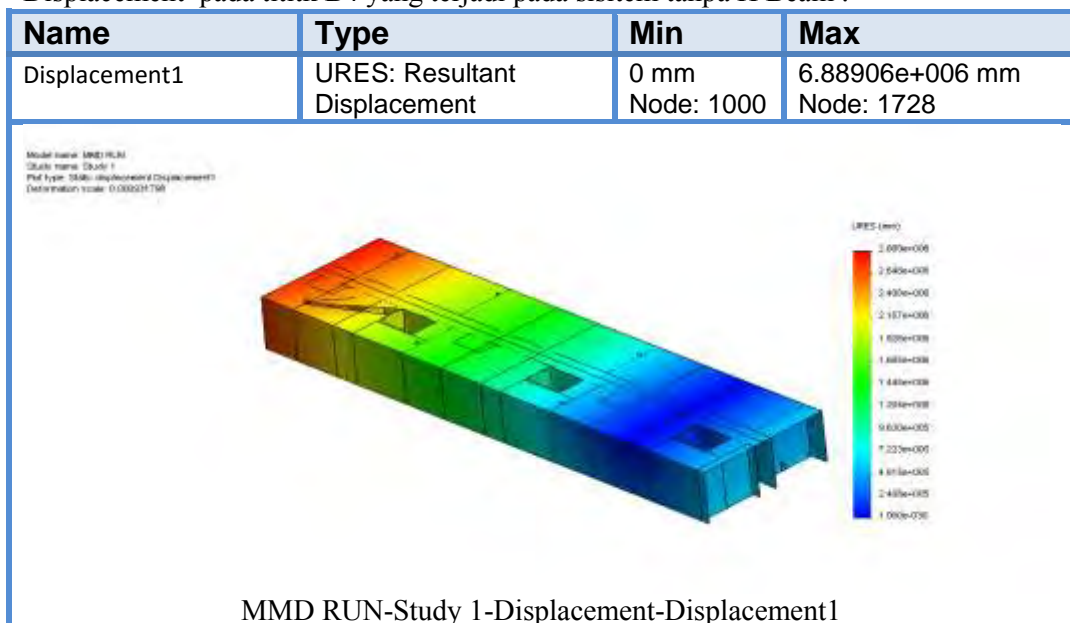
Untuk hasil simulasi titik B4 di dapatkan nilai *stress* 4.07985 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 6.88906 mm, *strain* 59.5591 dan *factor of safety* 5,74. Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

Stress pada titik B4 yang terjadi pada sistem tanpa H Beam :



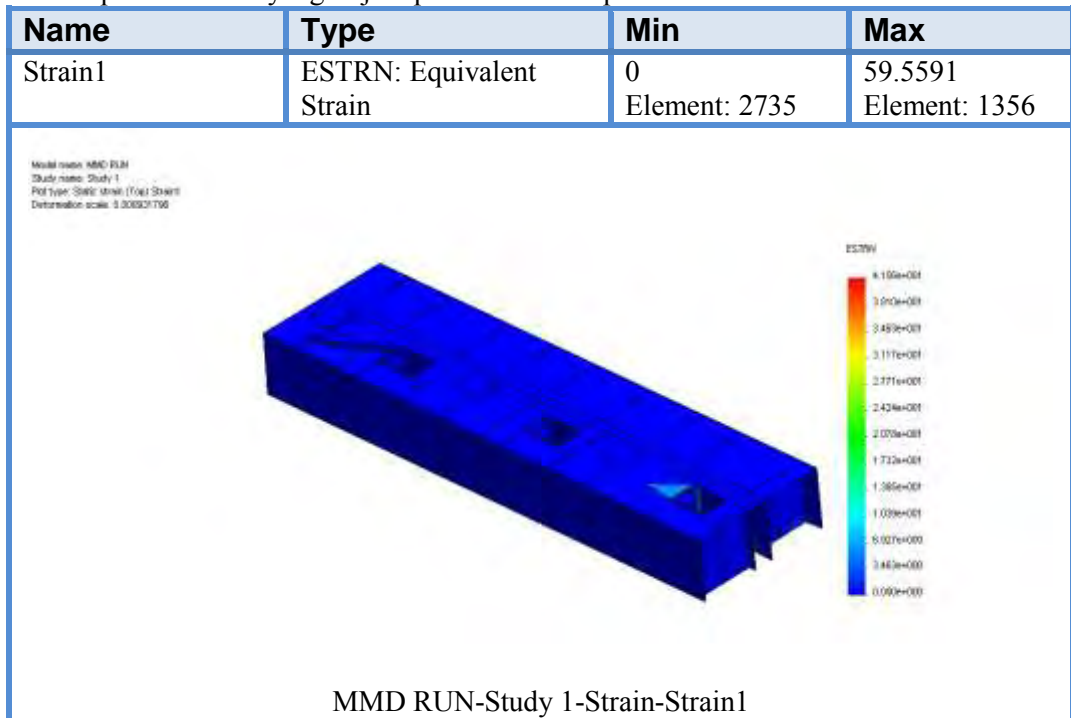
Gambar 4.44 Stress pada Titik B4 Sistem tanpa HBeam

Displacement pada titik B4 yang terjadi pada sistem tanpa H Beam :



Gambar 4.45 Displacement pada Titik B4 Sistem tanpa HBeam

Strain pada titik B4 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :



Gambar 4.46 Strain pada Titik B4 Sistem tanpa HBeam

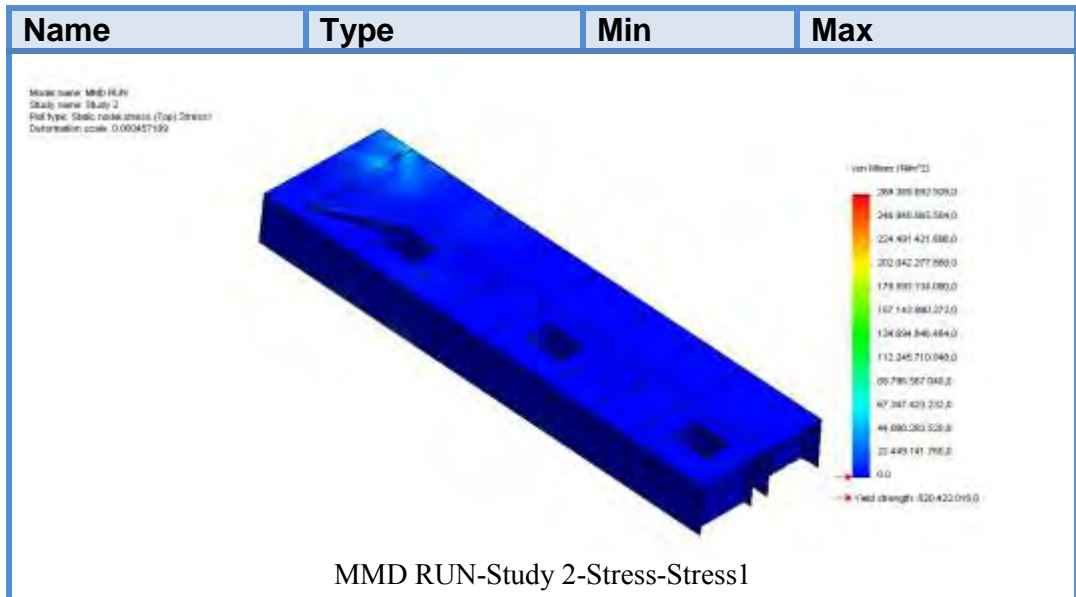
##### 5. Simulasi dengan sistem tanpa H Beam pada titik B5

Untuk hasil simulasi titik B5 di dapatkan nilai *stress* 6.69397 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 10.87888 mm, *strain* 41.5293 dan *factor of safety* 2,30. Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

Stress pada titik B5 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :

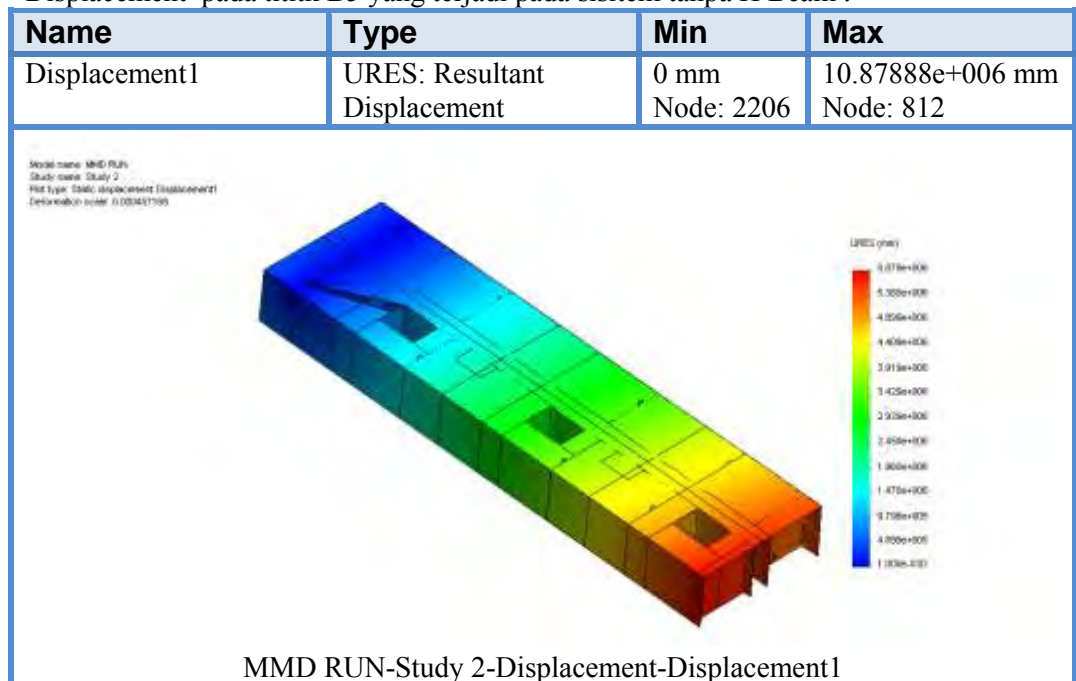
Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	0 N/m <sup>2</sup> Node: 6361	6.69397e+011 N/m <sup>2</sup> Node: 1566





Gambar 4.47 Stress pada Titik B5 Sistem tanpa HBeam

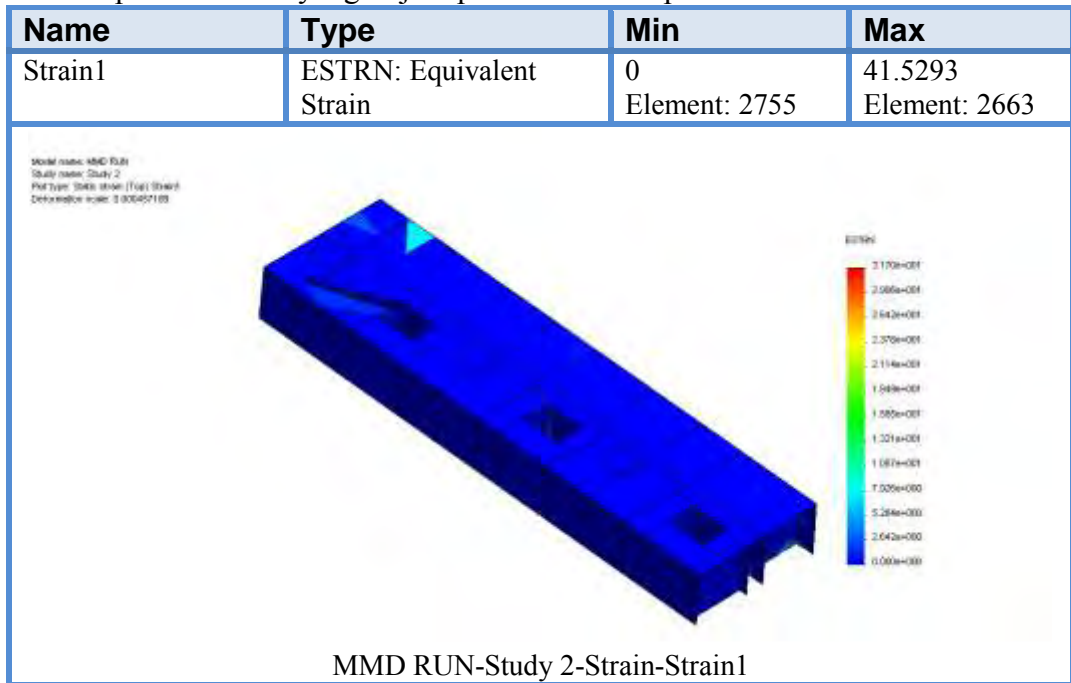
Displacement pada titik B5 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :



Gambar 4.48 Displacement pada Titik B5 Sistem tanpa HBeam



Strain pada titik B5 yang terjadi pada sistem tanpa H Beam :



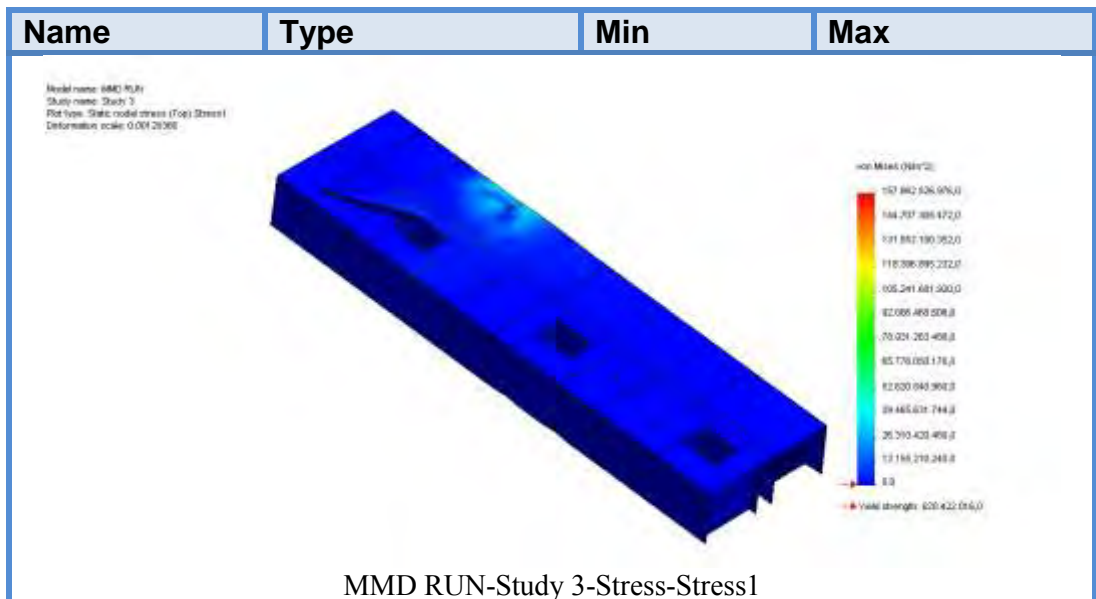
Gambar 4.49 Strain pada Titik B5 Sistem tanpa HBeam

#### 6. Simulasi dengan sistem tanpa H Beam pada titik B6

Untuk hasil simulasi titik B6 di dapatkan nilai stress  $9.57863 \text{ N/m}^2$ , displacement  $9.24292 \text{ mm}$ , strain  $52.8124$  dan factor of safety  $3,93$ . Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

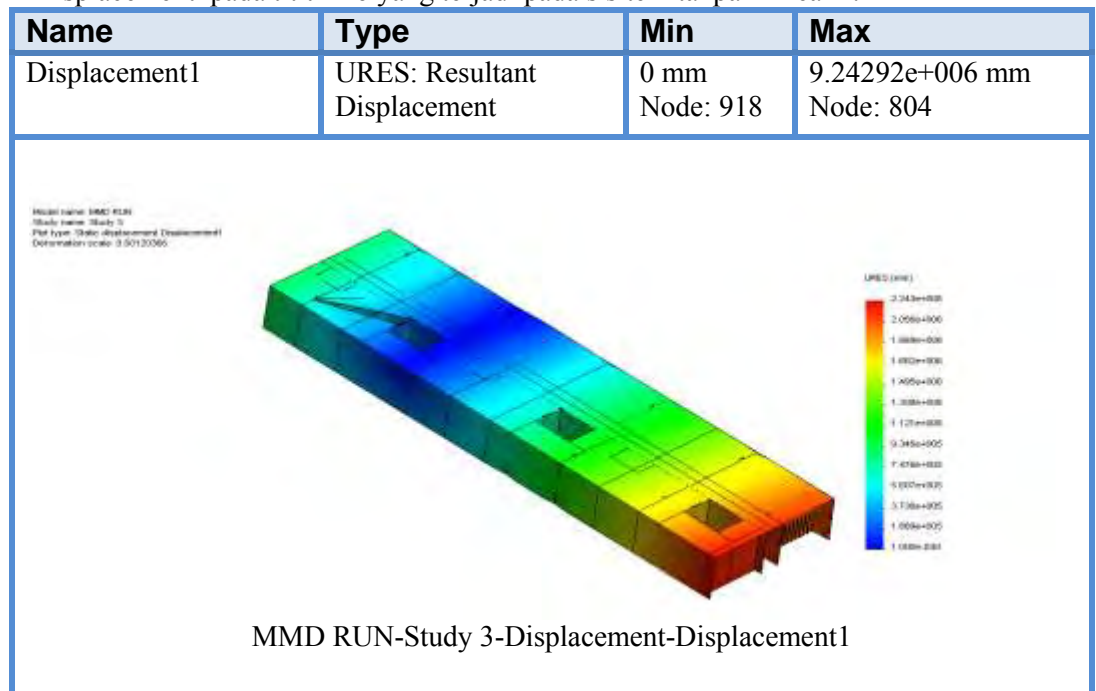
Stress pada titik B6 yang terjadi pada sistem tanpa H Beam :

Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	0 N/m <sup>2</sup> Node: 6196	9.57863e+011 N/m <sup>2</sup> Node: 920



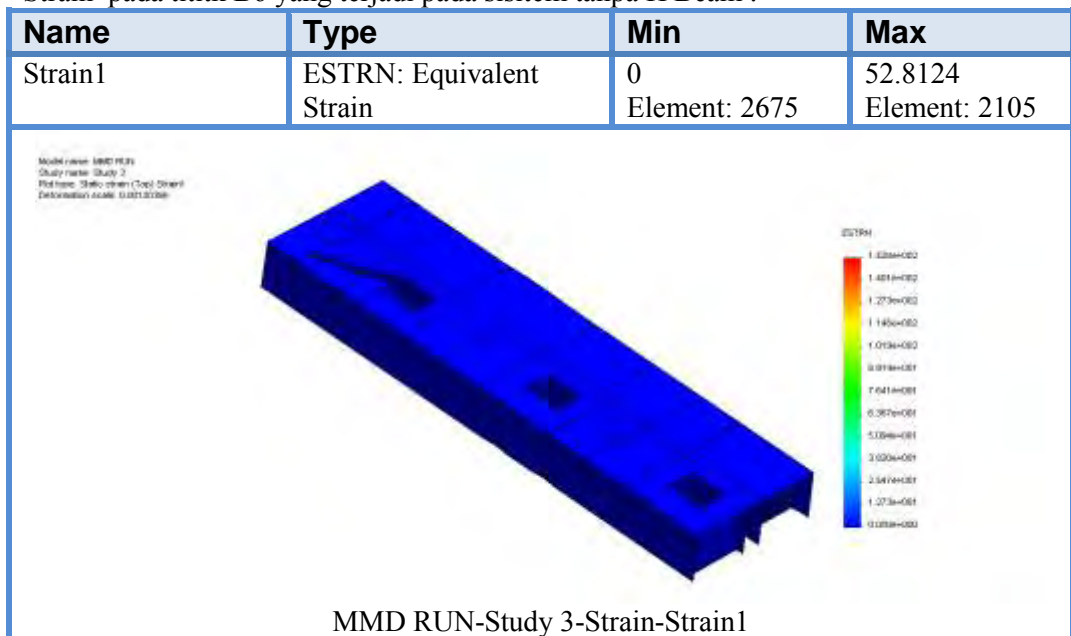
Gambar 4.50 Stress pada Titik B6 Sistem tanpa HBeam

Displacement pada titik B6 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :



Gambar 4.51 Displacement pada Titik B6 Sistem tanpa HBeam

Strain pada titik B6 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :



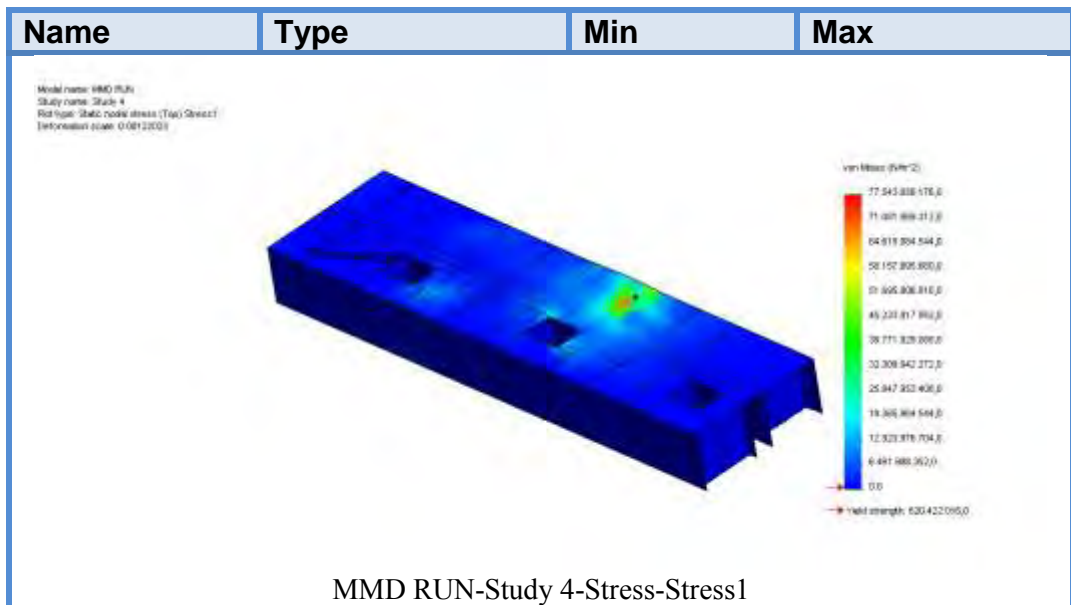
Gambar 4.52 Strain pada Titik B6 Sistem tanpa HBeam

#### 7. Simulasi dengan sistem tanpa H Beam pada titik B7

Untuk hasil simulasi titik B7 di dapatkan nilai *stress* 12.75439 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 8.91446 mm, *strain* 29.6905 dan *factor of safety* 8,00. Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

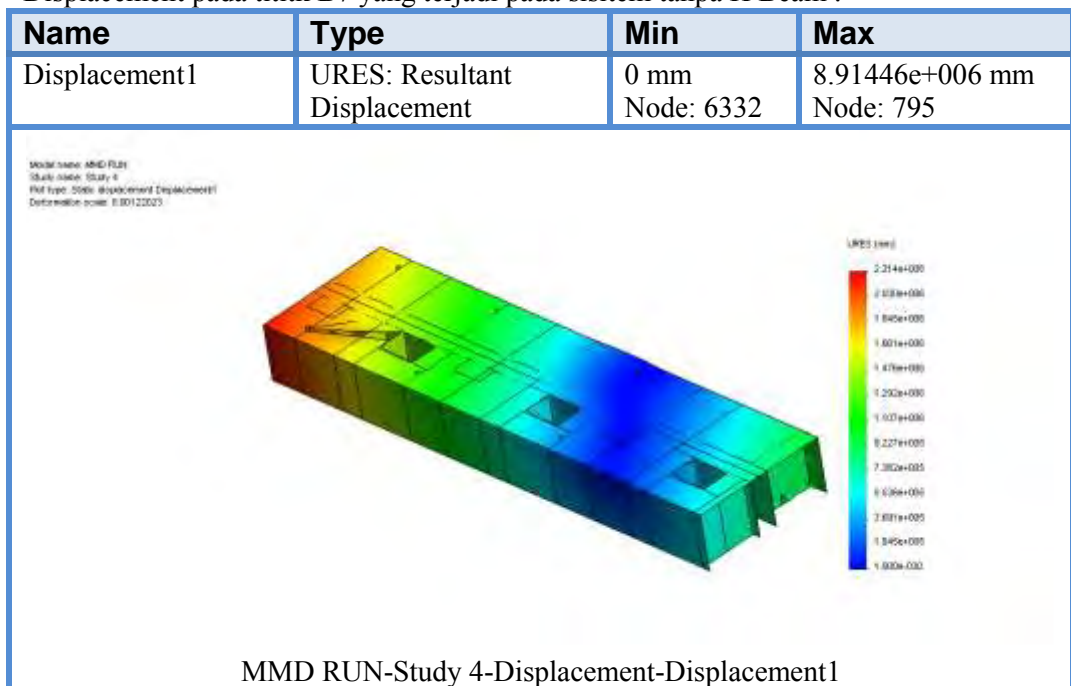
Stress pada titik B7 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :

Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	0 N/m <sup>2</sup> Node: 6332	12.75439e+010 N/m <sup>2</sup> Node: 908



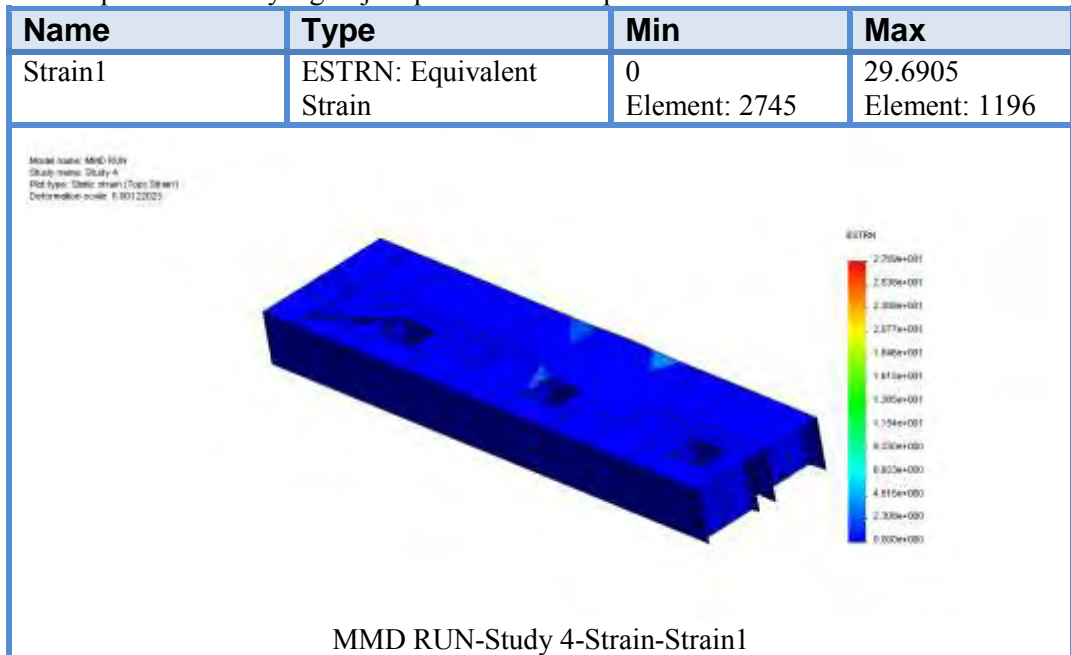
Gambar 4.53 Stress pada Titik B7 Sistem tanpa HBeam

Displacement pada titik B7 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :



Gambar 4.54 Displacement pada Titik B7 Sistem tanpa HBeam

Strain pada titik B7 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :



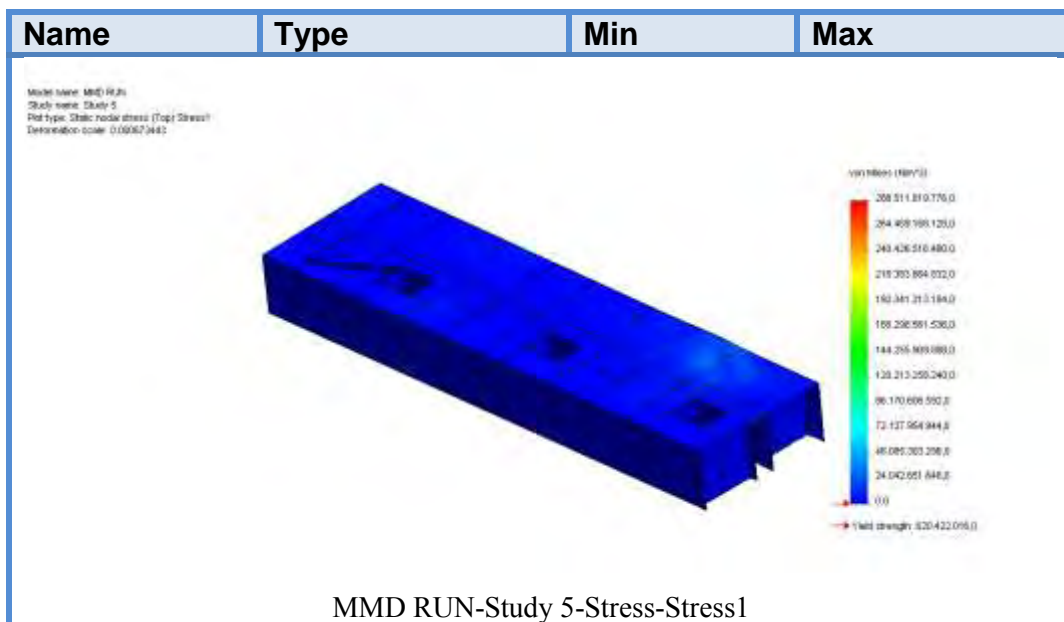
Gambar 4.55 Strain pada Titik B7 Sistem tanpa HBeam

#### 8. Simulasi dengan sistem tanpa H Beam pada titik A8

Untuk hasil simulasi titik B8 di dapatkan nilai *stress* 8.88512 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 10.99695 mm, *strain* 61.3663 dan *factor of safety* 32,15. Hasil dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

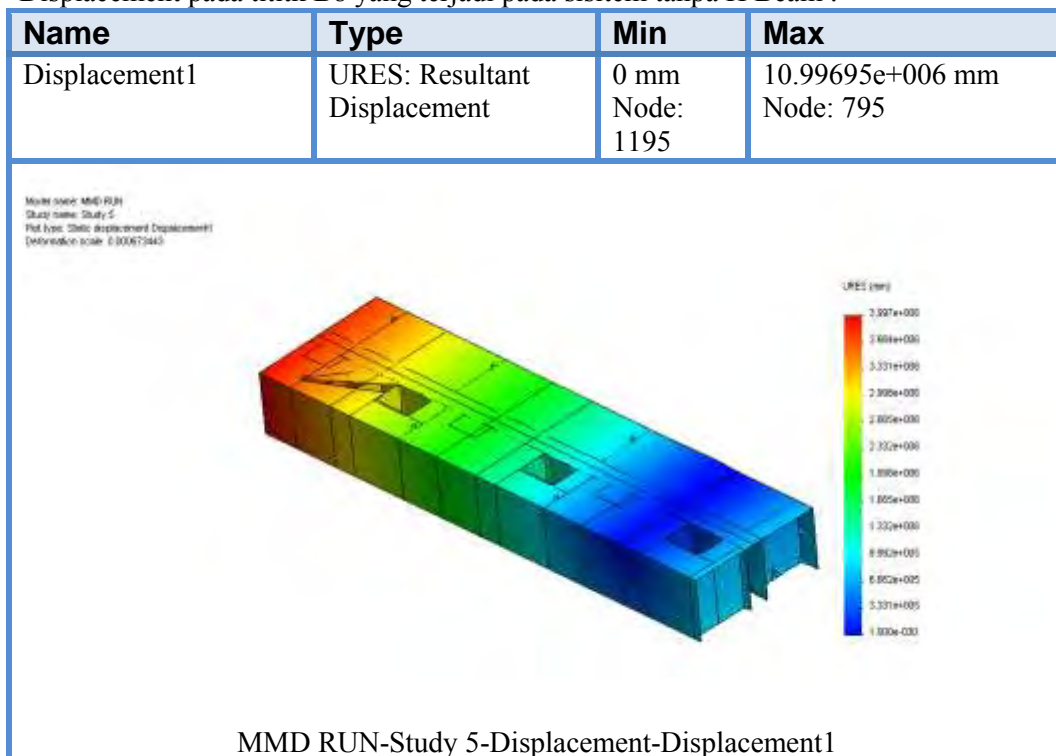
Sress pada tititk B8 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :

Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	0 N/m^2 Node: 6316	8.88512e+011 N/m^2 Node: 1196



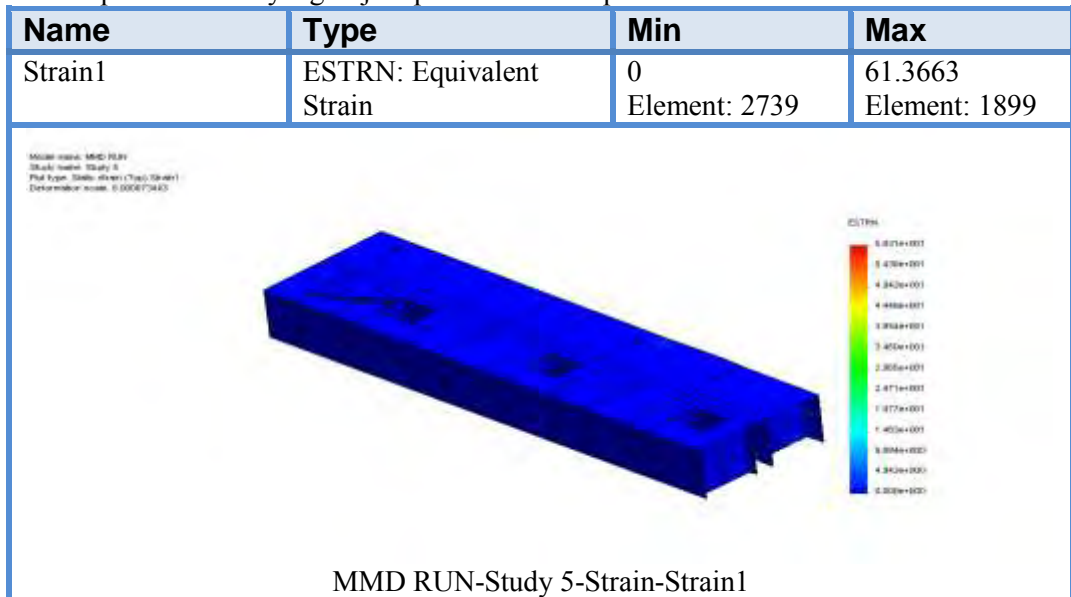
Gambar 4.56 Stress pada Titik B8 Sistem tanpa HBeam

Displacement pada titik B8 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :



Gambar 4.57 Displacement pada Titik B8 Sistem tanpa HBeam

Strain pada titik B8 yang terjadi pada sisitem tanpa H Beam :



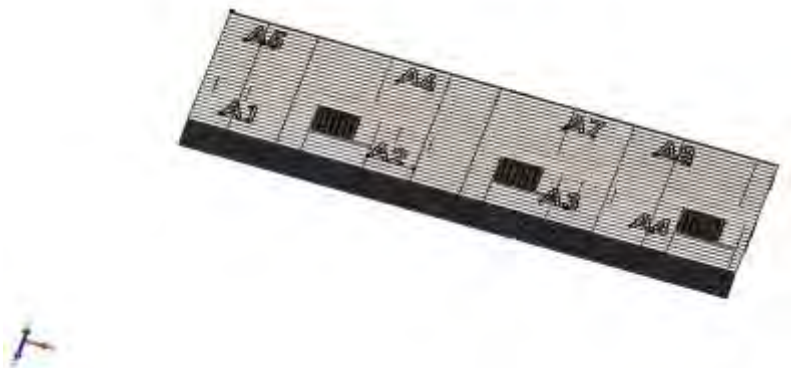
Gambar 4.58 Strain pada Titik B8 Sistem tanpa HBeam

#### 4.10 Tabel Pebandingan Simulasi Sistem H Beam dan Tanpa Sistem H Beam

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada bab sebelumnya telah di buat tabel dan grafik perbandingan dari kedua masing masing sistem untuk mempermudah melihat perbandingan di antara kedua sistem antara lain Tegangan, Displacement, Regangan, dan Factor of Safety (FOS) sebagai berikut :

##### 4.10.1 Simulasi Dengan Sistem H Beam

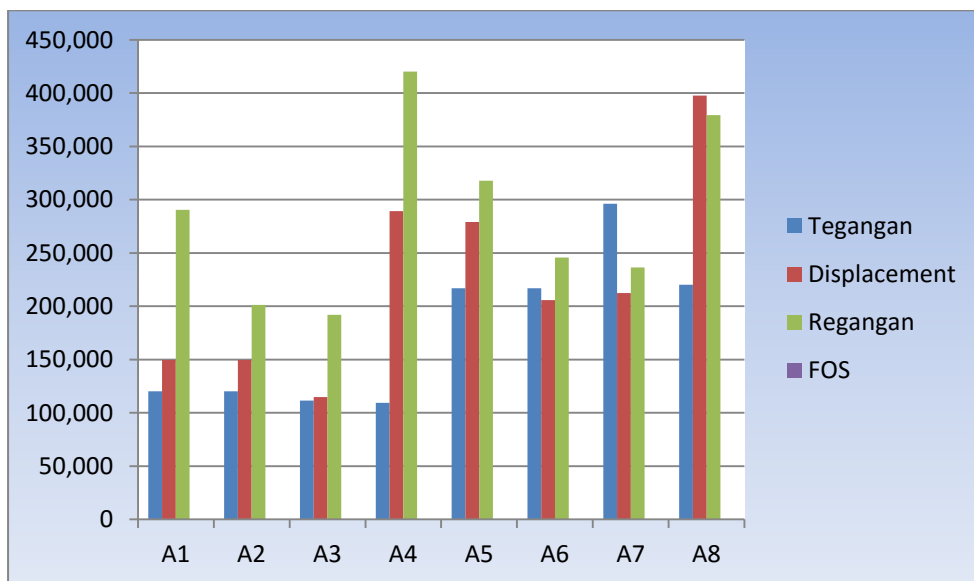
Berikut tabel dari hasil simulasi Sistem H Beam didapatkan nilai stress, displacement, strain, dan Factor of Safety dari hasil tersebut di tunjukkan pada tabel dan Grafik di bawah ini :



Gambar 4.59 Bagian Titik eye plate pada sistem H Beam

No	Analisa Sitem A	Hasil Simulasi			
		Tegangan	Displacement	Regangan	FOS
1	A1	1.20235	1.49543	29.0464	5,16
2	A2	1.20235	1.49543	20.1367	5,16
3	A3	1.11456	1.14639	19.1894	8,72
4	A4	1.09366	2.89256	42,0171	5,67
5	A5	2.16945	2.79126	31.7611	2,31
6	A6	2.16945	2.05815	24.5631	2,86
7	A7	2.95983	2.12239	23.6341	7,79
8	A8	2.20249	3.97607	37.9332	2,82

Tabel 2 Hasil Simulasi Sistem HBeam

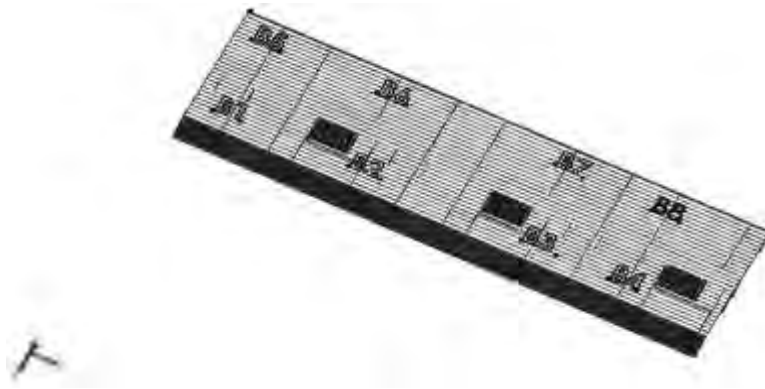


Grafik 1 Hasil Analisa Sistem H Beam

#### 4.10.2 Simulasi Dengan Sistem tanpa H Beam

Berikut tabel dari hasil simulasi Sistem tanpa H Beam didapatkan nilai stress, displacement, strain, dan Factor of Safety dari hasil tersebut di tunjukkan pada tabel dan Grafik di bawah ini :

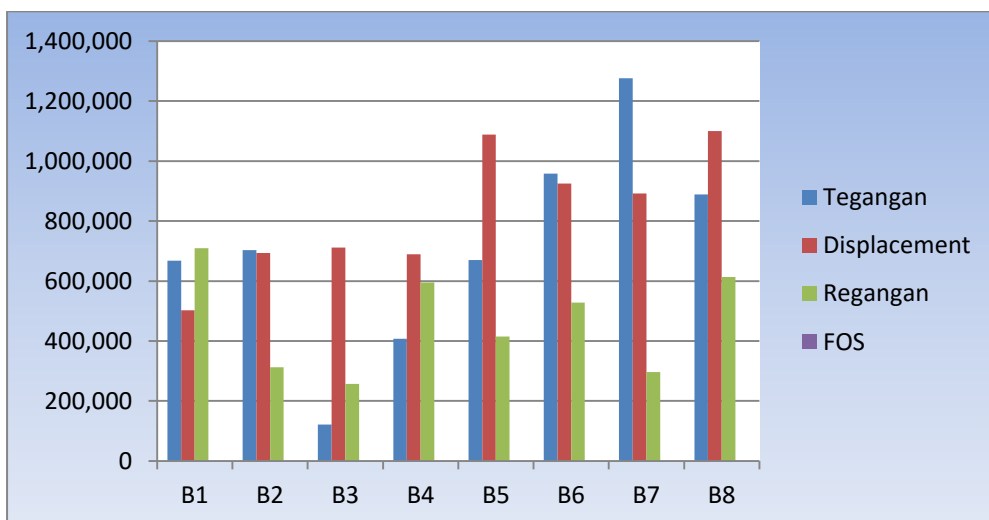




Gambar 4.60 Bagian Titik eye plate pada sistem tanpa H Beam

No	Analisa Sitem B	Hasil Simulasi			
		Tegangan	Displacement	Regangan	FOS
1	B1	6.67269	5.02463	70.9178	2,32
2	B2	7.02491	6.93366	31.2007	6,87
3	B3	12.1070	7.11677	25.6786	8,72
4	B4	4.07985	6.88906	59.5591	5,74
5	B5	6.69397	10.87888	41.5293	2,30
6	B6	9.57863	9.24292	52.8121	3,93
7	B7	12.75439	8.91446	29.6905	8,00
8	B8	8.88512	10.99569	61.3663	2,15

Tabel 3 Hasil Simulasi Sistem tanpa HBeam



Grafik 2 Hasil Analisa Sitem Tanpa H

“halaman sengaja di kosongkan”

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diuraikan kesimpulan dan saran dari hasil pengembangan model dan analisa yang telah dilakukan di bab sebelumnya.

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan dan dari masalah yang telah di angkat, dapat di tarik beberapa kesimpulan yang berkaitan dengan hasil simulasi yang sudah di bahas pada bab yang sebelumnya.

##### 5.1.1 Simulasi pertama menggunakan Sistem H Beam

1. Untuk hasil simulasi pada titik A1 di dapatkan nilai *stress* 1.20235 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 1.49543 mm, *strain* 29.0464 dan *factor of safety* 5,16.
2. Untuk hasil simulasi pada titik A2 di dapatkan nilai *stress* 1.20235 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 1.49543 mm, *strain* 20.1367 dan *factor of safety* 5,16.
3. Untuk hasil simulasi pada titik A3 di dapatkan nilai *stress* 1.11456 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 1.14638 mm, *strain* 19.1894 dan *factor of safety* 8,72.
4. Untuk hasil simulasi pada titik A4 di dapatkan nilai *stress* 1.09366 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 2.89256 mm, *strain* 42.0171 dan *factor of safety* 5,67.
5. Untuk hasil simulasi pada titik A5 di dapatkan nilai *stress* 2.16945 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 2.79126 mm, *strain* 31.7611 dan *factor of safety* 2,31.
6. Untuk hasil simulasi pada titik A6 di dapatkan nilai *stress* 2.16945 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 2.05815 mm, *strain* 24.5631 dan *factor of safety* 2,86.
7. Untuk hasil simulasi pada titik A7 di dapatkan nilai *stress* 2.95983 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 2.12239 mm, *strain* 23.6341 dan *factor of safety* 7,79.
8. Untuk hasil simulasi pada titik A8 di dapatkan nilai *stress* 2.20249 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 3.97607 mm, *strain* 37.9332 dan *factor of safety* 2,82.

##### 5.1.2 Simulasi kedua menggunakan Sistem Tanpa H Beam

1. Untuk hasil simulasi pada titik B1 di dapatkan nilai *stress* 6.67269 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 5.02463 mm, *strain* 70.9178 dan *factor of safety* 2,32.
2. Untuk hasil simulasi pada titik B2 di dapatkan nilai *stress* 7.02471 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 6.9339 mm, *strain* 31.2007 dan *factor of safety* 6,87.
3. Untuk hasil simulasi pada titik B3 di dapatkan nilai *stress* 12.10704 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 7.11677 mm, *strain* 25.6786 dan *factor of safety* 8,72.
4. Untuk hasil simulasi pada titik B4 di dapatkan nilai *stress* 4.07985 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 6.88906 mm, *strain* 59.5591 dan *factor of safety* 5,74.
5. Untuk hasil simulasi pada titik B5 di dapatkan nilai *stress* 6.69397 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 10.87888 mm, *strain* 41.5293 dan *factor of safety* 2,30.
6. Untuk hasil simulasi pada titik B6 di dapatkan nilai *stress* 9.57863 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 9.24292 mm, *strain* 52.8124 dan *factor of safety* 3,93.
7. Untuk hasil simulasi pada titik B7 di dapatkan nilai *stress* 12.75439 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 8.91446 mm, *strain* 29.6905 dan *factor of safety* 8,00.

8. Untuk hasil simulasi pada titik B8 di dapatkan nilai *stress* 8.88512 N/m<sup>2</sup>, *displacement* 10.99695 mm, *strain* 61.3663 dan *factor of safety* 32,15.

- Jumlah eyeplate 8 buah yang di gunakan untuk mengangkat grandblock dengan berat 35 ton .
- Pada proses pengangkatan grandblock pada setiap titiknya eyeplate telah memenuhi factor of safety.
- Perbandingan antara kedua sistem, yaitu untuk sistem HBeam mempunyai resiko deformasi lebih kecil daripada sistem yang tanpa HBeam dikarenakan nilai dari stress, displacement, dan strain lebih kecil.

## 5.2 Saran

- Semakin banyak eye plate yang di pasang akan lebih meningkatkan keseimbangan pada saat pengangkatan grandblock.
- Karena pengangkatan grandblock ini di lakukan di luar mungkin perlu di lakukan analisa tentang pengaruh kekuatan angin pada saat pengangkatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- (1) Maritime World. 2011. Proses Pembuatan Kapal.
- (2) <http://www.maritimeworld.web.id/2011/04/prosespembuatan-kapal.html>
- (3) *Desaign and Contruction of Lifting Beams*. David T.Ricker
- (4) Ghulamz. 2013. Solidworks 3D CAD.
- (5) <http://ghulamzoldics.wordpress.com/> Proses Pembangunan Kapal
- (6) <http://bangunanbaru.blogspot.com/2011/06/26-proses-pembangunan-kapal>
- (7) Soejitno, “Teknik Produksi Kapal”, TP. 1543. Surabaya : Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan – ITS, Surabaya, 1996.
- (8) [http://pendidikan.id/bse/Display/Detail/Fisika\\_1\\_Kelas\\_10\\_Setya\\_Nurachmandani\\_2009](http://pendidikan.id/bse/Display/Detail/Fisika_1_Kelas_10_Setya_Nurachmandani_2009)
- (9) Ir. J. Gasti Made Santoso., dan Ir. Joswan Jusuf Sudjono. 1983. Teori Bangunan Kapal. Jakarta.
- (10) <http://www.maritimeworld.web.id/2011/04/assembly.html>

“halaman sengaja di kosongkan”

## **LAMPIRAN**

“halaman sengaja di kosongkan”



## BIODATA PENULIS



Penulis di lahirkan di Karanganyar Solo pada 11 Februari 1993 dengan nama lengkap Farera Krisna Ade Irawan yang merupakan anak kelima dari lima bersaudara dari pasangan Sudarto dan Darsini. Penulis telah menempuh pendidikan formal yakni di TK Pertiwi 01 Gantiwarno, SD 01 Gantiwarno, SMP 01 Matesih, SMA 02 Karanganyar, D3 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro dan Terakhir melanjutkan pendidikan di ITS Surabaya melalui program lintas jalur mengambil jurusan Teknil Sistem Perkapalan pada tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 4215105012. Pada tahun 2017, penulis menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.